

การปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVEMENT OF LIQUEFIED NATURAL GAS STATION CONSTRUCTION MANAGEMENT



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้าง สถานีก๊าซธรรมชาติเหลว
โดย	นายชานน จุละจาริตต์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(รองศาสตราจารย์จรัสพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ขาญสง่าเวช)	

ชานน จุละจาริตต์ : การปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว. (IMPROVEMENT OF LIQUEFIED NATURAL GAS STATION CONSTRUCTION MANAGEMENT) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ปารเมศ ชูติมา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวให้สามารถส่งมอบได้ทันตามแผนงานที่กำหนดด้วยการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมจากองค์ความรู้ทั้งหมด 5 ด้านของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ในการปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ ได้แก่ ซอฟต์แวร์การบริหารโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรม Microsoft Project, โปรแกรม Trello และโปรแกรม Sitearound และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบโทรศัพท์นวงจรปิด และระบบบลูทูธ บิคอน เพื่อใช้สำหรับการติดตามและควบคุมโครงการระยะไกลแบบเรียลไทม์

จากผลการศึกษาพบว่าการบริหารโครงการตามแนวทางที่ได้นำเสนอมานั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวได้ โดยพบว่าจำนวนกิจกรรมของโครงการที่แล้วเสร็จทันตามแผนงานที่กำหนดในปี พ.ศ. 2564 นั้นมีทั้งหมด 72 กิจกรรม จากทั้งหมด 76 กิจกรรม หรือคิดเป็น 95% ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาที่มีจำนวนกิจกรรมของโครงการที่แล้วเสร็จทันตามแผนงานที่กำหนดทั้งหมด 123 กิจกรรม จากทั้งหมด 152 กิจกรรม หรือคิดเป็น 77% นอกจากนี้การลงทุนเพื่อติดตั้ง IoT ในโครงการก่อสร้างนั้นพบว่ามีมูลค่าทางการเงินในการลงทุนเนื่องจากสามารถลดค่าเบี้ยเลี้ยงเดินทางของพนักงานบริษัทกรณีศึกษาและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังไซต์งานก่อสร้างด้วยรถยนต์ลงได้

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6370066421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Project Management Information System (PMIS), Liquefied Natural Gas Station, Construction Project, Project Management

Chanon Churacharit : IMPROVEMENT OF LIQUEFIED NATURAL GAS STATION CONSTRUCTION MANAGEMENT . Advisor: Prof. PARAMES CHUTIMA, Ph.D.

The objective of this research is to enhance the on-time delivery of liquefied natural gas stations construction management by applying the appropriate tools and techniques from all 5 knowledge areas of the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) guideline to improve the project management processes from the beginning to the end. It also integrates information systems for project management such as project management software, including Microsoft Project, Trello, Sitearound, and the Internet of Things (IoT). The IoT consists of a closed circuit television system (CCTV) and Bluetooth Beacon system for real-time long-distance monitoring and control of the project.

The findings of the study indicated that the proposed approach increased the efficiency of the construction management of liquefied natural gas stations. The number of project activities completed on time as planned in 2021 was 72 out of 76, or 95%, an increase over the previous year, when the number of project activities completed on time as planned was 123 out of 152, or 77%. Furthermore, it has been found that installing IoT in construction projects is a financially viable investment because it can reduce the employment allowances for site inspections as well as the travel expenses for traveling from the company in the case study to the site.

Field of Study: Industrial Engineering

Student's Signature

Academic Year: 2021

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหล่านั้น เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความเมตตาจาก ศ.ดร. ปารเมศ ชูตีมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านอาจารย์ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง และเสนอความคิดเห็นในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์สามารถดำเนินไปอย่างเรียบร้อยและสำเร็จ ทางผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ รศ. จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ดาริชา สุธีวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า มารับฟังการนำเสนองานวิจัย และให้แนวทางการแก้ไขปรับปรุง เสนอแนะ และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบริษัทกรณีสึกษาที่ให้โอกาสในการใช้สถานที่ในการทำวิจัย ตลอดจนหัวหน้างาน และเพื่อนร่วมงานที่คอยให้ความเอื้อเฟื้อ และให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ทางผู้วิจัยขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้วิจัยเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ รวมถึงทุก ๆ ท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนแต่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชานน จุละจาริตต์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง	ง
กิตติกรรมประกาศ.....จ	จ
สารบัญ.....ฉ	ฉ
สารบัญตาราง.....ณ	ณ
สารบัญรูปภาพ.....ญ	ญ
บทที่ 1 บทนำ..... 1	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 12	12
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 12	12
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 13	13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 14	14
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15	15
2.1 ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง..... 15	15
2.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการบริหารโครงการ..... 15	15
2.1.2 แนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK..... 18	18
2.1.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (Project Management Information System)..... 29	29
2.1.3.1 ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software)..... 29	29
2.1.3.2 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) 34	34
2.1.4 โปรแกรมออกแบบระบบกล้องวงจรปิด 36	36

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
บทที่ 3 การศึกษาระบบปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้าง	42
3.1 ขอบเขตการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว	42
3.2 หลักการทำงานของสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว	43
3.3 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน.....	43
3.4 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้าง	47
3.4.1 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาและค้นหาแนวทางการปรับปรุงด้วยเครื่องมือ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	47
3.4.2 การปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้าง.....	53
3.4.3 การออกแบบระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ.....	58
3.4.3.1 การออกแบบระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)	58
3.4.3.2 การออกแบบระบบ Bluetooth Beacon	68
3.4.3.3 ผลลัพธ์ของโครงสร้างระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ..	70
บทที่ 4 ผลของการดำเนินงานวิจัยและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานวิจัย	72
4.1 ผลของการดำเนินงานวิจัย	72
4.1.1 ช่วงการเริ่มต้นโครงการ (Starting the project).....	72
4.1.2 ช่วงการเตรียมการ (Organizing and preparing)	75
4.1.3 ช่วงการดำเนินงาน (Carrying the Work).....	88
4.1.4 ช่วงการปิดโครงการ (Ending the Project).....	99
4.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานวิจัย	100
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	102
5.1 บทสรุปงานวิจัย.....	102
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย	106

5.3 ข้อเสนอแนะ	107
บรรณานุกรม	108
ประวัติผู้เขียน	111



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายละเอียดและสถานะของโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว จำนวน 6 สถานี ของบริษัททรีทีศึกษา.....	6
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาเรื่อง บริษัททรีทีศึกษาไม่ สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม	7
ตารางที่ 3 กระบวนการจัดทำกฎบัตรโครงการ.....	22
ตารางที่ 4 กระบวนการกำกับและบริหารงานโครงการ.....	23
ตารางที่ 5 กระบวนการติดตามและการควบคุมงานโครงการ	23
ตารางที่ 6 กระบวนการปิดโครงการ	24
ตารางที่ 7 กระบวนการกำหนดกิจกรรม.....	25
ตารางที่ 8 กระบวนการจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรม.....	25
ตารางที่ 9 กระบวนการประมาณการระยะเวลาที่ใช้ทำกิจกรรม	25
ตารางที่ 10 กระบวนการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงาน.....	26
ตารางที่ 11 กระบวนการวางแผนบริหารคุณภาพ.....	27
ตารางที่ 12 กระบวนการควบคุมคุณภาพ.....	27
ตารางที่ 13 กระบวนการประมาณทรัพยากรที่ใช้ทำกิจกรรม.....	28
ตารางที่ 14 กระบวนการควบคุมทรัพยากร.....	28
ตารางที่ 15 กระบวนการวางแผนบริหารความเสี่ยง	29
ตารางที่ 16 สรุปขอบเขตการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว.....	42
ตารางที่ 17 เกณฑ์การระบุระดับความรุนแรงเมื่อปัญหานั้นเกิดขึ้น (Severity).....	47
ตารางที่ 18 เกณฑ์การระบุระดับความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence).....	48
ตารางที่ 19 เกณฑ์การระบุระดับความสามารถในการตรวจพบปัญหา (Detection).....	48
ตารางที่ 20 FMEA การวิเคราะห์ความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุง Failure Mode.....	49

ตารางที่ 21	สรุปผลลัพธ์การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool.....	65
ตารางที่ 22	การกำหนดชื่อของ Beacon Card เพื่อใช้สำหรับการติดตามกำลังคน	69
ตารางที่ 23	การกำหนดชื่อของ Beacon Tag เพื่อใช้สำหรับการติดตามอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ...	69
ตารางที่ 24	รายการกิจกรรม (Activity List) ของโครงการ.....	76
ตารางที่ 25	การกำหนดระยะเวลาการทำงานและการประมาณกำลังคนที่ต้องการใช้ของโครงการ..	78
ตารางที่ 26	แผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) ของโครงการ.....	81
ตารางที่ 27	สรุปรายละเอียดของกิจกรรมที่มีความล่าช้าในปี พ.ศ. 2563.....	102



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ขอบเขตการให้บริการระบบก๊าซธรรมชาติเหลวสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม.....	2
รูปที่ 2 ภาพรวมของการดำเนินโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวในปัจจุบัน.....	4
รูปที่ 3 แผนภูมิพาเรโตเรียงตามความถี่สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งแบ่งตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK.....	9
รูปที่ 4 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาเรื่อง บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม	10
รูปที่ 5 ข้อจำกัดของการบริหารโครงการ	16
รูปที่ 6 วงจรชีวิตของโครงการทั่วไป.....	16
รูปที่ 7 ตัวอย่างแผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต	17
รูปที่ 8 ตัวอย่างเส้นทางวิกฤติที่ได้จากการคำนวณเพื่อหากิจกรรมวิกฤติ.....	18
รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบสำคัญของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK.....	19
รูปที่ 10 ตัวอย่างส่วนประกอบของกระบวนการบริหารโครงการ.....	20
รูปที่ 11 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรม Microsoft Project	31
รูปที่ 12 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Trello	31
รูปที่ 13 ตัวอย่างหน้าต่างของการ์ดในโปรแกรม Trello.....	32
รูปที่ 14 ตัวอย่างฟีเจอร์ Built-in Schedule ของโปรแกรม Sitearound.....	33
รูปที่ 15 ตัวอย่างฟีเจอร์ Submittal ของโปรแกรม Sitearound	34
รูปที่ 16 องค์ประกอบหลักของ IoT	34
รูปที่ 17 ตัวอย่างกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) แบบ IP Camera.....	35
รูปที่ 18 ตัวอย่างอุปกรณ์ Bluetooth Beacon	36
รูปที่ 19 ตัวอย่างฟีเจอร์การเลือกรุ่นของกล้องวงจรปิดที่ต้องการใช้งาน ของโปรแกรม IP Video System Design Tool.....	37

รูปที่ 20 ตัวอย่างพีเจอาร์การสร้างแผนผัง (Layout) ของโปรแกรม IP Video System Design Tool	37
รูปที่ 21 ตัวอย่างพีเจอาร์แสดงขอบเขตการเห็นของกล้องวงจรปิดตามมาตรฐาน EN-62676-4 : 2015 ของโปรแกรม IP Video System Design Tool	38
รูปที่ 22 แผนผังกระบวนการทำงานของสถานีกำาชกรรมชาติเหลว	43
รูปที่ 23 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการเริ่มต้นโครงการในปัจจุบัน	44
รูปที่ 24 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการเตรียมการในปัจจุบัน	45
รูปที่ 25 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการดำเนินงานในปัจจุบัน	45
รูปที่ 26 กระบวนการบริหารโครงการช่วงปิดโครงการในปัจจุบัน	46
รูปที่ 27 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างภายหลังการปรับปรุง	54
รูปที่ 28 การแบ่งโซนบนแผนผังบริเวณไซต์งานก่อสร้างจริง	58
รูปที่ 29 มุมมองภาพของเลนส์ Fisheye เทียบกับเลนส์ชนิดอื่น ๆ	60
รูปที่ 30 Marginal Efficiency of CCTV Camera Selection	62
รูปที่ 31 การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool	64
รูปที่ 32 ผลลัพธ์การมองเห็นของกล้องวงจรปิดในแต่ละแนวทาง	65
รูปที่ 33 จำลองการมองเห็นของกล้องวงจรปิด No.1 ในรูปแบบ 3 มิติ ของ Solution B	66
รูปที่ 34 จำลองการมองเห็นของกล้องวงจรปิด No.2 ในรูปแบบ 3 มิติ ของ Solution B	67
รูปที่ 35 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกับพื้นที่การมองเห็นของกล้องในแต่ละแนวทาง	67
รูปที่ 36 ผลลัพธ์การออกแบบระบบ Bluetooth Beacon ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง	70
รูปที่ 37 โครงสร้างระบบ IoT ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง	71
รูปที่ 38 ฎบัตรโครงการ (Project Charter)	74
รูปที่ 39 โครงสร้างการแบ่งงาน (WBS) ของโครงการ	75
รูปที่ 40 แผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram)	77

รูปที่ 41 แผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule).....	79
รูปที่ 42 เมทริกซ์ประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix).....	82
รูปที่ 43 ฮิสโตแกรมของอัตรากำลังคน (Manpower Histogram) ของโครงการ	82
รูปที่ 44 แผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan)	83
รูปที่ 45 สถานะของเอกสารของโครงการ	84
รูปที่ 46 Master Deliverable Register (MDR) ของโครงการ.....	86
รูปที่ 47 Procurement Plan ของโครงการ	87
รูปที่ 48 หน้าแรกของโปรแกรม Sitearound ที่ได้มีการสร้างโปรเจกต์แล้ว.....	89
รูปที่ 49 หน้าตา Directory ของโปรแกรม Sitearound ซึ่งระบุแอดเดสส์ของสมาชิกโครงการทั้งหมด	89
รูปที่ 50 หน้าตา Dashboard ของโปรแกรม Sitearound.....	90
รูปที่ 51 การสร้าง Submittal บนโปรแกรม Sitearound เพื่อขออนุมัติเอกสารของโครงการ	91
รูปที่ 52 อัปเดตแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) และแชร์บนโปรแกรม Sitearound.....	92
รูปที่ 53 หน้าตา Daily Manpower Status ของโปรแกรม Sitearound.....	94
รูปที่ 54 หน้าตา IoT Dashboard (Bluetooth Beacon) ของโปรแกรม Sitearound	94
รูปที่ 55 หน้าตาโปรแกรม Trello เพื่อควบคุมคุณภาพงานของโครงการ.....	95
รูปที่ 56 การควบคุมคุณภาพงานและตรวจรับงาน ด้วยโปรแกรม Trello.....	96
รูปที่ 57 การสตรีมมิ่งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จากไซต์งานก่อสร้าง ผ่านโปรแกรม Sitearound.....	97
รูปที่ 58 ตัวอย่างรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ของโครงการก่อสร้าง	98
รูปที่ 59 เอกสารส่งมอบงานของโครงการ (Project Handover Checklist).....	99
รูปที่ 60 ผลการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ	101
รูปที่ 61 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการติดตั้งระบบ IoT.....	106

บทที่ 1

บทนำ

การบริหารโครงการก่อสร้าง เป็นการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ภายใต้กรอบของระยะเวลาที่กำหนด งบประมาณที่จำกัด และคุณภาพตามที่ควบคุมไว้ โดยโครงการก่อสร้างของแต่ละโครงการอาจมีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการ ความซับซ้อนของโครงการ และประเภทของโครงการ แต่ไม่ว่าจะเป็นโครงการใดก็ตาม ต่างก็มีความต้องการให้โครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการทั้งสิ้น

เนื่องจากการบริหารโครงการก่อสร้างที่ดี จะต้องมีการวางแผนงานหลักของโครงการ การวางแผนทรัพยากร การบริหารจัดการ การควบคุมเวลา การควบคุมค่าใช้จ่าย การควบคุมคุณภาพ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากการบริหารโครงการก่อสร้างขาดประสิทธิภาพ ก็อาจส่งผลกระทบต่อโครงการได้เช่น เกิดความล่าช้ากว่าแผนงานที่กำหนดไว้ กำลังคนไม่เพียงพอต่อความต้องการ การเบิกจ่ายเงินล่าช้า คุณภาพของงานไม่เป็นไปตามขอบเขตงานที่กำหนดไว้ เป็นต้น

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ จึงมีแนวคิดในการนำแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อช่วยสนับสนุนการบริหารโครงการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ สามารถติดตามความก้าวหน้าของโครงการ ติดตามทรัพยากร ควบคุมคุณภาพของงาน และติดตามการตรวจรับงาน ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ต่อเนื่อง และเชื่อถือได้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัททรนศึกษา ก่อตั้งเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2521 เป็นบริษัทพลังงานที่ประกอบธุรกิจปิโตรเลียม (น้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ) และปิโตรเคมีแบบครบวงจร โดยปัจจุบันแนวโน้มความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ของประเทศต่าง ๆ บนทวีปเอเชีย นั้น มีสัดส่วนการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) สูงสุดมากกว่า 60% ของปริมาณการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ทั่วโลก และคาดว่าจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต บริษัททรนศึกษาจึงมีความต้องการที่จะเป็นศูนย์กลางการซื้อขายก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) บนภูมิภาคอาเซียน (Regional LNG Hub) เนื่องจากประเทศไทยมีความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) มีที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ซึ่งอยู่ตรงกึ่งกลางในภูมิภาคอาเซียน อีกทั้งประเทศไทยมีความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) โดยเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การดำเนินการของบริษัททรนศึกษาเพื่อบรรลุความต้องการดังกล่าว ได้มีการดำเนินการผ่านหลายกิจกรรม เช่น การลงทุนโครงการก่อสร้างท่าเทียบเรือและสถานีรับจ่ายก๊าซธรรมชาติเหลว

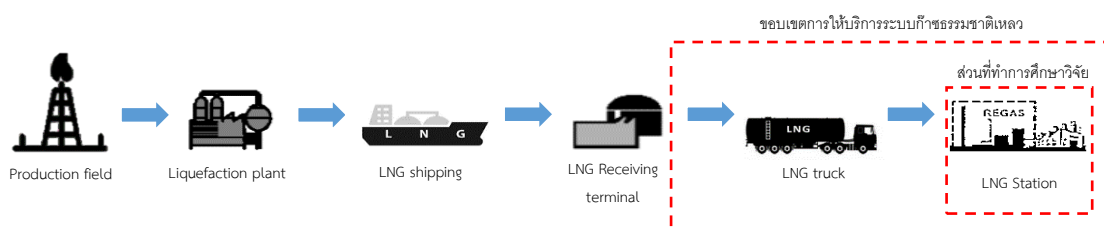
(LNG Receiving Terminal) การส่งออกก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ไปยังประเทศจีนด้วยเรือ การส่งออกก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ไปยังประเทศกัมพูชาด้วยรถผ่านทางชายแดน เป็นต้น

นอกจากนี้ บริษัทกรณีศึกษามีการให้บริการระบบก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) สำหรับลูกค้า โรงงานอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติผ่านเครื่องจักรประเภทต่าง ๆ เช่น Furnace, Burner, Drum Dryer เป็นต้น ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน แต่ด้วยข้อจำกัดของโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ห่างจากแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (ตั้งอยู่นอกแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ) ซึ่งประเมินแล้วไม่คุ้มค่ากับการลงทุนเพื่อวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบส่งก๊าซธรรมชาติบนบกเดิม จึงมีความสนใจที่จะใช้บริการดังกล่าวจากบริษัทการศึกษา

สำหรับการให้บริการระบบก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) ให้กับโรงงานอุตสาหกรรม โดยบริษัทกรณีศึกษานั้น มีขอบเขตการให้บริการดังรูปที่ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

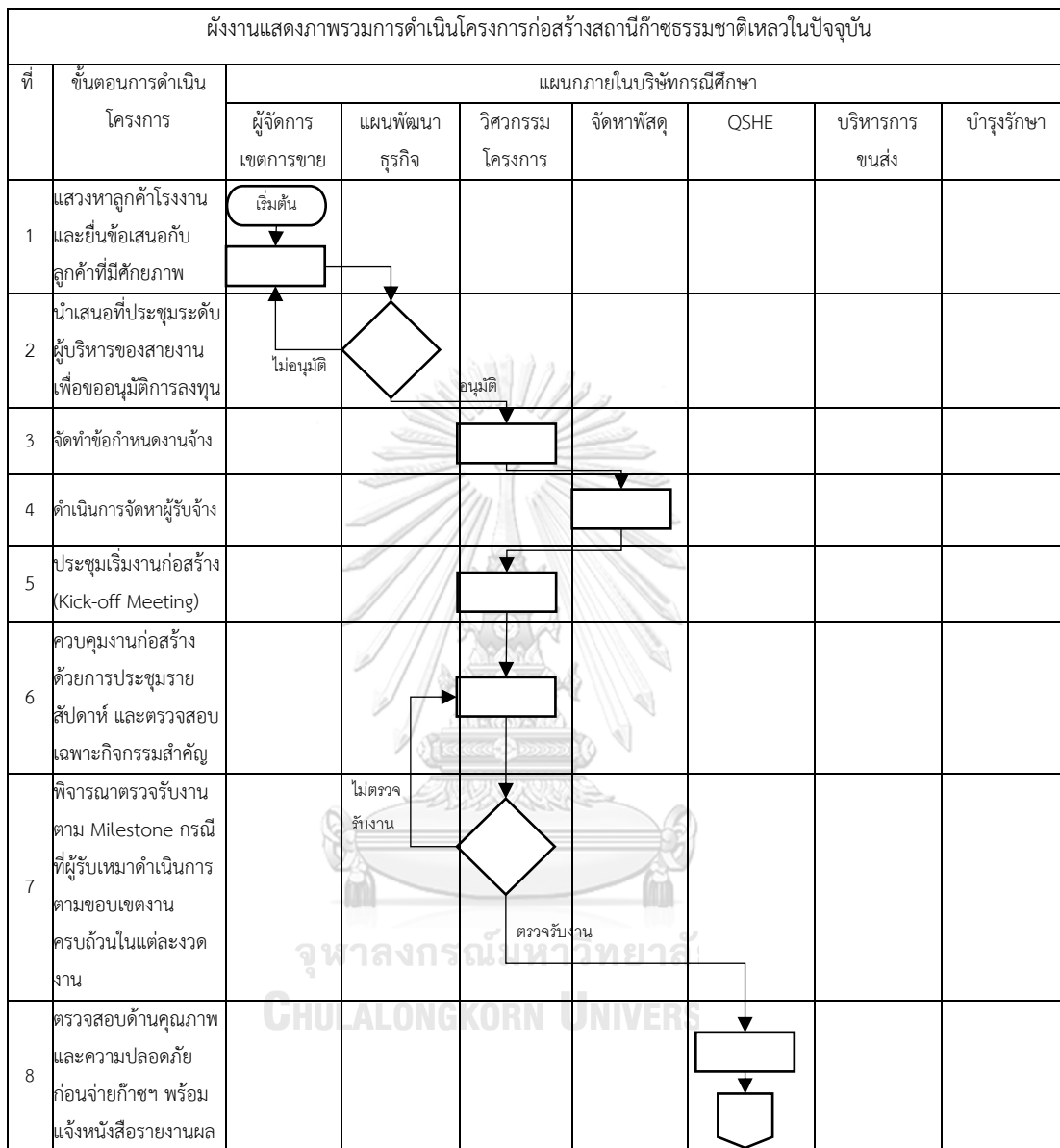
1. การดำเนินการขนส่งก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) จากสถานีรับจ่ายก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG Receiving Terminal) ไปยัง สถานีก๊าซธรรมชาติเหลวสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยรถขนส่งก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG Truck)
2. การบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว ซึ่งตั้งอยู่ภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อเป็นสถานีสำหรับกักเก็บก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) และแปลงสถานะจากก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) เป็นสถานะก๊าซ (NG) ตามช่วงความดันที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้งานผ่านเครื่องจักรในโรงงานของลูกค้า
3. การดำเนินการเดินเครื่องจักรและบำรุงรักษาสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว

สำหรับส่วนที่ทำการศึกษาวิจัย เป็นส่วนของการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว ซึ่งรับผิดชอบโดยแผนกวิศวกรรมโครงการ



รูปที่ 1 ขอบเขตการให้บริการระบบก๊าซธรรมชาติเหลวสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

สำหรับการดำเนินโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว นั้น ประกอบไปด้วยแผนกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันภายในบริษัทธรณีศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินโครงการดังรูปที่ 2



ที่	ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	แผนที่เกี่ยวข้องภายในบริษัทธรณีศึกษา						
		ผู้จัดการ เขตการชาย	แผนพัฒนา ธุรกิจ	วิศวกรรม โครงการ	จัดหาวัสดุ	QSHE	บริหารการ ขนส่ง	บำรุงรักษา
9	ควบคุมการแก้ไขและ ตอบกลับหนังสือ รายงานผล							
10	พิจารณาอนุมัติผล การแก้ไขข้อบกพร่อง และความปลอดภัย			ไม่ผ่าน				
11	แจ้งผลการดำเนินงาน ก่อสร้างแล้วเสร็จ			ผ่าน				
12	ประสานงานเพื่อขอ อนุมัติจ่ายก๊าซฯ ตาม กำหนดการ							
13	ดำเนินการขนส่งก๊าซฯ ด้วยรถบรรทุก LNG ไปยังสถานีฯ ตามกำหนดการ							
14	ควบคุมการจ่ายก๊าซฯ ให้กับสถานีฯ (LNG Tank Cool Down and First Fill)							
15	ควบคุมงาน Startup & Commissioning ของสถานีฯ							
16	ตรวจสอบการทำงาน ของระบบหลังจ่าย ก๊าซฯ ให้กับโรงงาน							
17	จัดอบรม O&M สถานีฯ และนำส่ง Final Document เพื่อส่งมอบงานเดิน เครื่องจักร และ บำรุงรักษา สถานีฯ							สิ้นสุด

รูปที่ 2 ภาพรวมของการดำเนินโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวในปัจจุบัน

จากรูปที่ 2 แสดงภาพรวมของการดำเนินโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวในปัจจุบัน โดยเริ่มจากผู้จัดการเขตการชายแสวงหาโรงงานลูกค้าอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ และเจรจาขึ้นข้อเสนอ หากลูกค้ามีความสนใจที่จะรับบริการระบบก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ก็จะแจ้งไปยังแผนกแผนพัฒนาธุรกิจเพื่อนำเสนอที่ประชุมระดับผู้บริหารของสายงาน เพื่อขอความเห็นชอบต่อการลงทุน หลังจากผู้บริหารของสายงานอนุมัติเห็นชอบต่อการลงทุนนี้จึง

ดำเนินการจัดทำสัญญาร่วมกันระหว่างบริษัทกรณีศึกษากับลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม จากนั้นแผนกวิศวกรรมโครงการจึงดำเนินการจัดทำข้อกำหนดงานจ้าง โดยดำเนินการจัดทำด้วยวิธีการประมูลผ่านแผนกจัดหาพัสดุ เมื่อได้ผู้รับจ้างแล้ว แผนกวิศวกรรมโครงการจะดำเนินการประชุมเริ่มงานก่อสร้าง (Kick-off Meeting) เพื่อกำหนดแนวทางการทำงาน ชี้แจงแผนงานหลัก แนะนำทีมงาน และชี้แจงประเด็นหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง จากนั้นระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง โดยผู้รับเหมา แผนกวิศวกรรมโครงการจะควบคุมและติดตามงานก่อสร้างโดยการเดินทางด้วยรถยนต์ ไปยัง ไซต์งานก่อสร้าง เพื่อประชุมติดตามความก้าวหน้ารายสัปดาห์หรือตรวจสอบเฉพาะกิจกรรมสำคัญ เช่น งานทดสอบระบบฯ งานแก้ไขปัญหาและอุปสรรค เป็นต้น เนื่องจากในปัจจุบันไม่มีการจ้างที่ปรึกษาโครงการประจำอยู่ไซต์งานก่อสร้างเพื่อติดตามและควบคุมงานเป็นการชั่วคราวอันเนื่องมาจากผลกระทบของสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ที่ทำให้ปริมาณงานของแผนกวิศวกรรมโครงการลดลง นอกจากนี้หากบางกิจกรรมมีลักษณะงานที่ต่อเนื่องกันก็จะมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าโรงแรมเพื่อค้างคืนอีกด้วย จากการดำเนินงานดังกล่าวนี้พบว่า การติดตามความก้าวหน้าไม่สามารถทำได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งอาจส่งผลให้ระยะเวลาการก่อสร้างล่าช้าได้ อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางมายังไซต์งานก่อสร้างที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าน้ำมันและค่าเสื่อมราคารถยนต์ ค่าเช่าโรงแรม และค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน จากนั้นเมื่อผู้รับเหมาดำเนินการแล้วเสร็จตามงวดงานที่ระบุไว้ในข้อกำหนดขอบเขตงาน (Term of Reference : TOR) แผนกวิศวกรรมโครงการก็จะพิจารณาตรวจรับงานตามงวดงานหรือ Milestone เพื่อจ่ายเงินให้กับผู้รับเหมา เมื่อผู้รับเหมาดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ แผนก QSHE จะดำเนินการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของงานก่อสร้างก่อนจ่ายก๊าซฯ พร้อมแจ้งหนังสือรายงานผลไปยังแผนกวิศวกรรมโครงการ เพื่อให้ดำเนินการแก้ไข และเมื่อแก้ไขแล้วเสร็จจึงส่งหนังสือตอบกลับไปยังแผนก QSHE เพื่อพิจารณา ซึ่งหากพิจารณาผ่านแล้วแผนกวิศวกรรมโครงการจะแจ้งไปยังแผนกแผนพัฒนาธุรกิจเพื่อแจ้งความพร้อมจ่ายก๊าซฯ ไปยังสถานีฯ ซึ่งแผนกแผนพัฒนาธุรกิจจะดำเนินการขออนุมัติจ่ายก๊าซฯ ไปยังแผนกที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นจะแจ้งไปยังแผนกบริหารการขนส่งถึงกำหนดการที่ต้องการรับก๊าซฯ จากรถขนส่ง LNG ไปยังสถานีฯ เมื่อถึงกำหนดการจ่ายก๊าซฯ แผนกวิศวกรรมโครงการจะควบคุมการจ่ายก๊าซฯ ให้กับสถานีฯ (LNG Tank Cool Down and First Fill) ควบคุมงาน Startup & Commissioning ของสถานีฯ และตรวจสอบการทำงานของระบบหลังจ่ายก๊าซฯ ให้กับโรงงาน สุดท้ายจะดำเนินการจัดอบรม Operation and Maintenance (O&M) สถานีฯ ให้กับแผนกบำรุงรักษา และนำเสนอเอกสารส่งมอบ (Final Document) เพื่อส่งมอบงานเดินเครื่องจักร (Operation) และบำรุงรักษา (Maintenance) ของสถานีฯ ให้กับแผนกบำรุงรักษาต่อไป

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันแผนกวิศวกรรมโครงการ รับผิดชอบงานบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว รวมทั้งหมดจำนวน 6 โครงการ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดและสถานะของโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว จำนวน 6 สถานี
ของบริษัททรีทีเค

โครงการที่	ปี พ.ศ. ที่ ดำเนินการ ก่อสร้าง	ตำแหน่งที่ตั้ง	สามารถ จ่ายก๊าซฯ ตามแผน	ไม่สามารถ จ่ายก๊าซฯ ตามแผน	หมายเหตุ
1	2563	อ.เมือง จ.ระยอง	✓		
2	2563	อ.บ้านค่าย จ.ระยอง		✓	
3	2563	อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	✓		
4	2563	อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา	✓		
5	2564-ปัจจุบัน	อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	ยังไม่สามารถระบุได้		อยู่ระหว่าง ดำเนินการ
6	2564-ปัจจุบัน	อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	ยังไม่สามารถระบุได้		อยู่ระหว่าง ดำเนินการ

จากตารางที่ 1 ในปี พ.ศ. 2563 โครงการที่ดำเนินการแล้วเสร็จมีจำนวน 4 โครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมของโครงการทั้งหมด 152 กิจกรรม และในปี พ.ศ. 2564 โครงการที่อยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้างมีจำนวน 2 โครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมของโครงการทั้งหมด 76 กิจกรรม โดยสัดส่วนของโครงการที่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวน 3 โครงการหรือคิดเป็น 75% ของโครงการที่ดำเนินการแล้วเสร็จทั้งหมด และสัดส่วนของโครงการที่ไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวน 1 โครงการหรือคิดเป็น 25% ของโครงการที่ดำเนินการแล้วเสร็จทั้งหมด

สำหรับโครงการที่ 2 ที่ไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมนั้น พบว่ากำหนดการจ่ายก๊าซฯ เดิมที่ได้ตกลงกันไว้ในสัญญาจะเริ่มจ่ายก๊าซฯ ตั้งแต่วันที่ 1 ส.ค. 63 แต่เนื่องจากการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวที่ล่าช้า จึงส่งผลให้บริษัททรีทีเคเริ่มจ่ายก๊าซฯ ได้วันที่ 25 ส.ค. 63 ซึ่งมีระยะเวลาที่ล่าช้ากว่าแผนคิดเป็น 24 วัน จากข้อมูลดังกล่าวนี้ส่งผลให้บริษัททรีทีเคได้รับรู้รายได้ช้าลงอันเนื่องมาจากกำหนดการจ่ายก๊าซฯ ที่ล่าช้า ทำให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) จากรายได้ที่ขาดหายไป ซึ่งสามารถคำนวณเพื่อหาต้นทุนค่าเสียโอกาสได้ตามสมมติฐานโดยมีรายละเอียดดังนี้

สมมติฐานกรณีโครงการที่ 2 ไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงาน ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

- ระยะเวลาที่สามารถขายก๊าซฯ ให้กับลูกค้าจำนวน 24 วัน

- ปริมาณความต้องการใช้ก๊าซฯ ตามแผนของลูกค้าในสภาวะปกติ (Normal) เท่ากับ 25 ล้านปีฟิวต่อวัน
- รายได้จากการขายก๊าซฯ ให้กับลูกค้าตามสัญญาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. รายได้จากการขายเนื้อก๊าซฯ (LNG Energy Charge) และ 2. รายได้จากการใช้ก๊าซฯ (LNG Demand Charge) เมื่อนำมารวมกันจะคิดเป็น 489 บาทต่อล้านปีฟิว (ราคาตั้งกล่าวขึ้นอยู่กับสูตรโครงสร้างราคาที่เกิดกลรวมกันตามสัญญา)

เมื่อคำนวณรายได้จากการขายก๊าซฯ ซึ่งคิดเป็นระยะเวลา 24 วัน ตามสมมติฐานดังกล่าว จะพบว่ามีมูลค่าเท่ากับ $24 \times 489 \times 25 = 293,400$ บาท ดังนั้นหากบริษัทกรณีศึกษา ไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผน จะมีต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เกิดขึ้นเท่ากับ 293,400 บาท

สำหรับปัญหากรณีโครงการไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมนั้น สมาชิกซึ่งประกอบไปด้วยวิศวกรของแผนกวิศวกรรมโครงการทั้งหมด ได้ร่วมกันระดมความคิด (Brainstorming) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลในอดีตที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จจำนวน 4 สถานี โดยแบ่งประเภทของปัญหาตามองค์ความรู้ของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

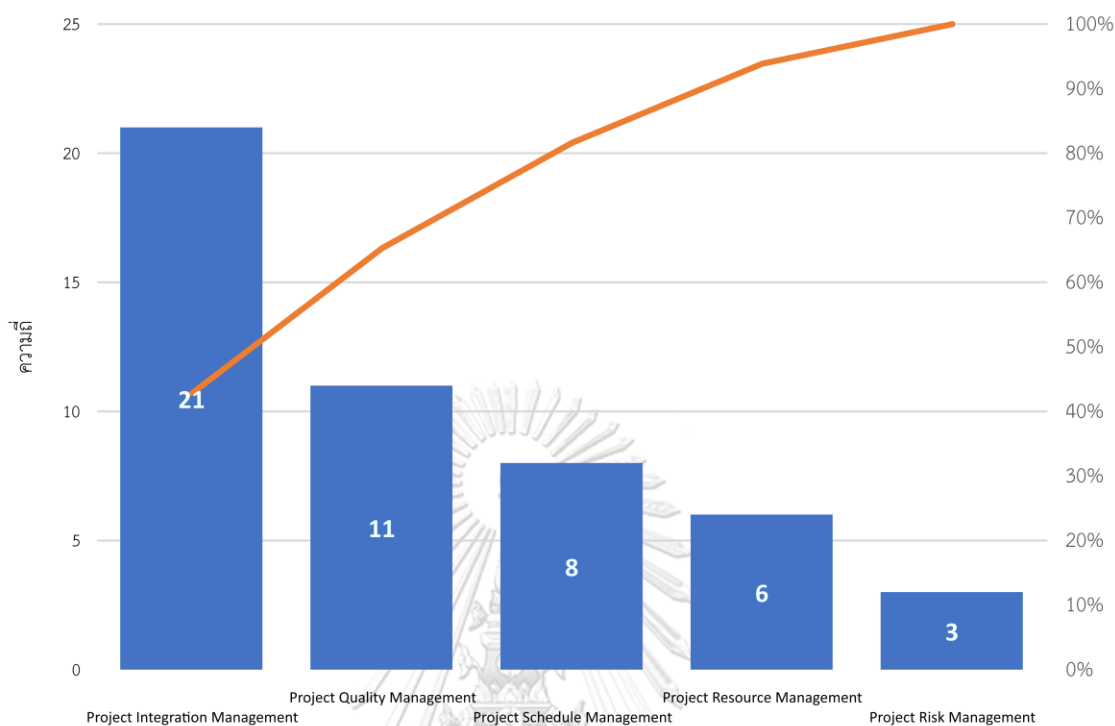
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาเรื่อง บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม

ที่	สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา	ความถี่	องค์ความรู้ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง
1.	มีการเปลี่ยนแปลงงาน (Change Order) จากเจ้าของโครงการ	1	Project Integration Management
2.	ขาดความพร้อมในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตามและควบคุมงาน	4	Project Integration Management
3.	การจัดทำเอกสารโครงการโดยผู้รับเหมาไม่ครบถ้วนและมีความล่าช้า	3	Project Integration Management
4.	การอนุมัติเอกสารโครงการโดยเจ้าของโครงการล่าช้า	3	Project Integration Management
5.	อุปกรณ์หลักของสถานีฯ ไม่สามารถติดตั้งตามแผนที่กำหนด	1	Project Integration Management
6.	การติดตามความก้าวหน้าของโครงการขาดความต่อเนื่อง	4	Project Integration Management
7.	เจ้าของโครงการอนุมัติเบิกจ่ายงวดงานล่าช้า	2	Project Integration Management

ที่	สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา	ความถี่	องค์ความรู้ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง
8.	การรายงานความก้าวหน้าขาดประสิทธิภาพ	1	Project Integration Management
9.	การแก้ไขปัญหาลิสต์รายการงานเก็บ (Punch List) โดยผู้รับเหมาล่าช้า	2	Project Integration Management
10.	การกำหนดกิจกรรมไม่เหมาะสม	2	Project Schedule Management
11.	การจัดลำดับก่อน-หลังกิจกรรมไม่เหมาะสม	2	Project Schedule Management
12.	การประมาณระยะเวลาของกิจกรรมไม่เหมาะสม	2	Project Schedule Management
13.	การจัดทำแผนระยะเวลาโครงการไม่เหมาะสม	2	Project Schedule Management
14.	เกณฑ์การวัดคุณภาพงานระหว่างเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมาไม่ตรงกัน	3	Project Quality Management
15.	ทักษะของผู้รับเหมาหลักที่ควบคุมงานไม่เพียงพอ	1	Project Quality Management
16.	เจ้าของโครงการตรวจรับงานผิดพลาด	1	Project Quality Management
17.	การควบคุมคุณภาพงานของผู้รับเหมารายย่อยขาดประสิทธิภาพ	2	Project Quality Management
18.	เจ้าของโครงการควบคุมคุณภาพงานไม่ทั่วถึง	4	Project Quality Management
19.	การวางแผนความต้องการกำลังคนขาดประสิทธิภาพ	3	Project Resource Management
20.	การติดตามและควบคุมกำลังคนขาดประสิทธิภาพ	3	Project Resource Management
21.	การประเมินความเสี่ยงของโครงการขาดประสิทธิภาพ	3	Project Risk Management

จากตารางที่ 2 จะพบว่าสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาเรื่องบริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีทั้งหมด 21 ข้อ โดยสัดส่วนขององค์ความรู้ตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ของปัญหาดังกล่าว มีรายละเอียดดังรูปที่ 3

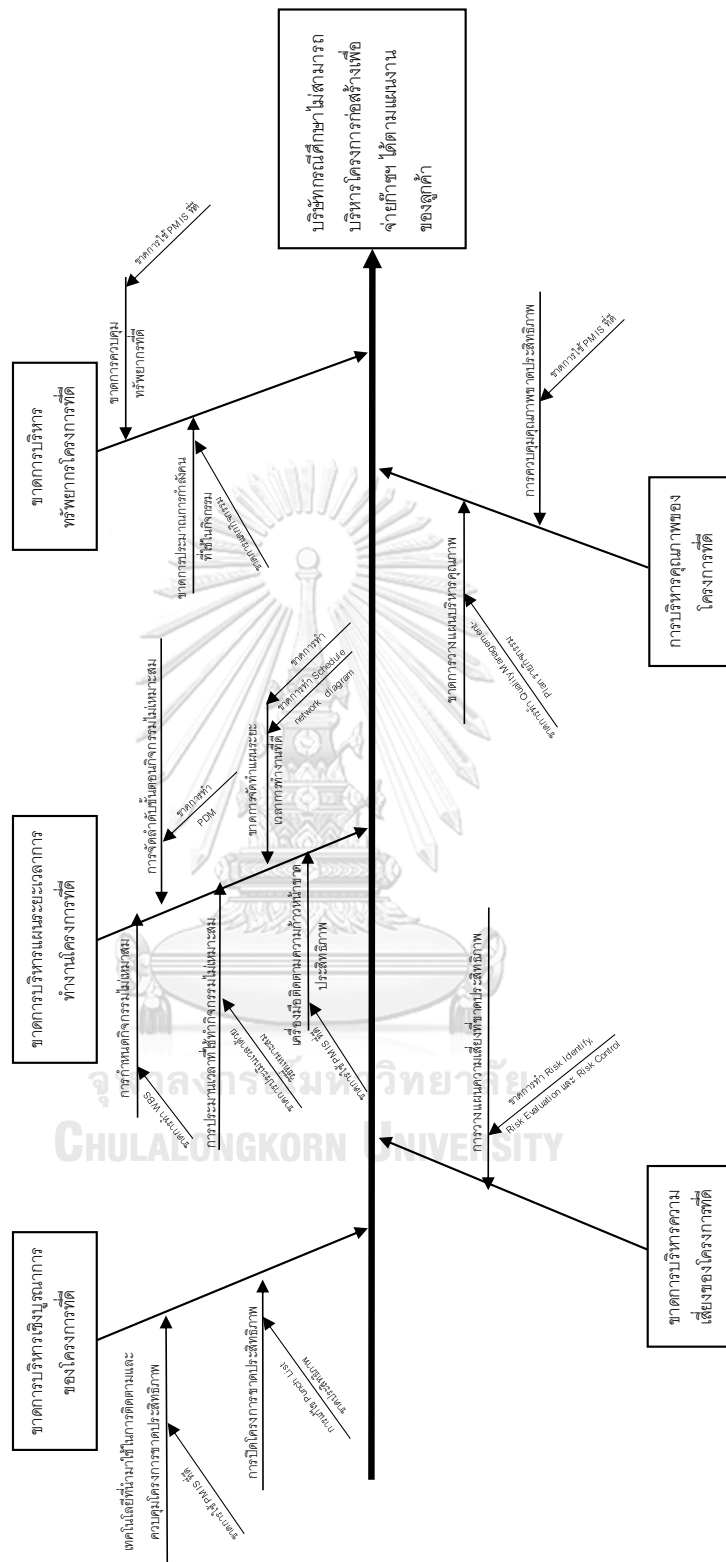
แผนภูมิพารेटโตเรียงตามความถี่ของสาเหตุของปัญหาซึ่งแบ่งตามแนวทางการบริหารโครงการ PMBOK



รูปที่ 3 แผนภูมิพารेटโตเรียงตามความถี่ของสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งแบ่งตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK

จากรูปที่ 3 จะพบว่าสาเหตุของปัญหาเรื่อง บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม หากนำมาจัดเรียง 3 ลำดับแรกนั้น จะพบว่าลำดับที่ 1 เกิดจากขาดการบริหารเชิงบูรณาการของโครงการที่ดี (Project Integration Management) ซึ่งถือเป็นสาเหตุของปัญหาที่พบมากที่สุดคิดเป็น 42.86% ของสาเหตุของปัญหาทั้งหมด ลำดับที่ 2 ขาดการบริหารคุณภาพของโครงการที่ดี (Project Quality Management) คิดเป็น 22.45% ของสาเหตุของปัญหาทั้งหมด และลำดับที่ 3 ขาดการบริหารแผนระยะเวลาการทำงานโครงการที่ดี (Project Schedule Management) คิดเป็น 16.33% ของสาเหตุของปัญหาทั้งหมด

จากการแบ่งประเภทสาเหตุของปัญหาตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK นั้น จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหาเรื่อง บริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซได้ตามแผนงานของลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4 แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยแบ่งสาเหตุหลักตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ออกเป็น 5 ด้าน ซึ่งปัญหาแรกมาจาก บริษัทกรณีศึกษาขาดการบริหารแผนระยะเวลาการทำงานโครงการที่ดี (Project Schedule Management) เนื่องจากการกำหนดกิจกรรม การจัดลำดับขั้นตอนของกิจกรรม การประมาณเวลาที่ใช้ทำกิจกรรม และการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงานของโครงการไม่เหมาะสม

เมื่อไม่มีการกำหนดกิจกรรมเพื่อจัดทำแผนระยะเวลาการทำงาน ก็จะส่งผลให้ การบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management) และการบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management) ขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดการแตกกิจกรรมเพื่อจัดทำโครงสร้างงาน (WBS) จึงส่งผลให้ขาดการประมาณกำลังคนที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถติดตาม และควบคุมกำลังคนโดยเปรียบเทียบกับแผนได้ และขาดการวางแผนความเสี่ยงของกิจกรรมที่สำคัญเพื่อที่จะประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นซึ่งอาจมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการส่งมอบงานได้

สำหรับปัญหาการบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management) ขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดการวางแผนบริหารคุณภาพรายกิจกรรม และการควบคุมคุณภาพงานยังขาดประสิทธิภาพ โดยปัญหาหลักนั้นเกิดจากในปัจจุบัน แผนวิศวกรรมโครงการในฐานะเจ้าของโครงการนั้น ไม่มีการจ้างที่ปรึกษาโครงการเพื่อติดตามและควบคุมงานประจำไซต์งานก่อสร้างเหมือนในอดีตที่ผ่านมาเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ส่งผลกระทบให้ปริมาณงานโดยรวมของทั้งแผนลดลง จึงยกเลิกการจ้างที่ปรึกษาโครงการเป็นการชั่วคราว และหากสถานการณ์กลับมาเป็นปกติก็อาจมีการพิจารณาการจ้างที่ปรึกษาโครงการกลับเข้ามาติดตามและควบคุมงาน เฉกเช่นเดิม กล่าวโดยภาพรวมการดำเนินงานบริหารโครงการในปัจจุบันนั้นจะใช้การเดินทางไปยัง ไซต์งานก่อสร้างเพื่อประชุมเพื่อติดตามความก้าวหน้ารายสัปดาห์และเข้าตรวจสอบงานก่อสร้างเฉพาะกิจกรรมที่สำคัญ

ท้ายสุดปัญหาการบริหารเชิงบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management) ซึ่งถือเป็นส่วนที่ประสานองค์ความรู้ของการบริหารโครงการด้วย PMBOK ทุกด้านเข้าด้วยกัน ขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดการนำระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ หรือ Project Management Information System (PMIS) ที่ดีมาใช้ในการติดตาม และควบคุมโครงการตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นจนกระทั่งช่วงปิดโครงการ โดยช่วงปิดโครงการยังพบปัญหากระบวนการแก้ไขบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) ที่ไม่สมบูรณ์อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก้าวชนกรรมชาติเหลว โดยที่สามารถจ่ายก๊าซฯ ให้กับลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมได้ตามแผนงานที่กำหนด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก้าวชนกรรมชาติเหลว ซึ่งดำเนินการโดยหน่วยงานวิศวกรรมโครงการของบริษัทกรณีศึกษา
2. ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนเสร็จสิ้น โดยประยุกต์ใช้แนวความคิดการบริหารโครงการด้วย Project Management Body of Knowledge (PMBOK) ซึ่งมีองค์ความรู้ (Knowledge Areas) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งหมด 5 ด้านดังนี้
 - การบริหารการบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management)
 - การบริหารแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule Management)
 - การบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management)
 - การบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management)
 - การบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management)
3. ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (Project Management Information System) ในการบริหารโครงการก่อสร้าง โดยมีการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) ทั้งหมด 3 โปรแกรมดังนี้
 - โปรแกรม Microsoft Project
 - โปรแกรม Trello
 - โปรแกรม Sitearound
 และมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ซึ่งมีเซ็นเซอร์ที่จะใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้างทั้งหมด 2 ชนิดดังนี้
 - กล้องวงจรปิด (CCTV Camera)
 - Bluetooth Beacon

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากการบริหารโครงการก่อสร้างที่ล่าช้ากว่าแผนงานที่กำหนด
2. ศึกษาทฤษฎี แนวทาง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับแนวทางการบริหารโครงการด้วย Project Management Body of Knowledge (PMBOK) เพื่อศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนเสร็จสิ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารการบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
 - ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule Management) ให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด
 - ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด มาตรฐาน หรือคุณลักษณะเฉพาะที่ควบคุมไว้
 - ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management) ให้เพียงพอต่อความต้องการ
 - ศึกษาหาเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management) ให้สามารถบริหารจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้

และศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (Project Management Information System) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการบริหารโครงการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

 1. ศึกษาการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) ทั้งหมด 3 โปรแกรมดังนี้
 - โปรแกรม Microsoft Project
 - โปรแกรม Trello
 - โปรแกรม Sitearound
 2. ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) โดยมีการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด ทั้งนี้เซ็นเซอร์ที่จะใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการซึ่งติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้างมีทั้งหมด 2 ชนิดดังนี้
 - กล้องวงจรปิด (CCTV Camera)
 - Bluetooth Beacon

สำหรับเซ็นเซอร์ชนิดกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จะมีการตัดสินใจเลือกกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ดีที่สุด จากนั้นจะจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ก่อนการติดตั้งจริงด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool

4. ดำเนินการวิจัยตามแผนและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ประเมินผลด้วยตัวชี้วัดจากการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างทั้งหมด 2 ด้าน ดังนี้
 - ด้านที่ 1 : ความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนระบบ IoT
 - ด้านที่ 2 : ร้อยละของกิจกรรมของโครงการที่สามารถแล้วเสร็จได้ทันตามแผนงานที่กำหนด
6. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ
7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามกรอบเวลาที่กำหนด
2. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกับการบริหารโครงการก่อสร้าง
3. เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกับการบริหารโครงการก่อสร้างอื่นๆ ในอนาคตของบริษัทกรณีศึกษาต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารโครงการก่อสร้างของสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยที่สามารถจ่ายก๊าซฯ ให้กับลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมได้ตามแผนงานที่กำหนดไว้ นั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเนื้อหาในบทนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง และ 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการบริหารโครงการ

1. ความหมายของการบริหารโครงการ (Definition of Project Management)

การบริหารโครงการ (Project Management) คือการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม ผ่านการนำองค์ความรู้ เครื่องมือ และเทคนิคต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้การดำเนินงานของโครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (วิสูตร จิระดำเกิง, 2558)

2. ความสำคัญของการบริหารโครงการ (The Importance of Project Management)

เนื่องจากการบริหารโครงการเป็นการดำเนินการเพียงช่วงระยะเวลาใดขณะหนึ่ง เมื่อบรรลุวัตถุประสงค์แล้วก็จะถือว่าดำเนินการเสร็จสิ้น ไม่ใช่การดำเนินการที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำองค์ความรู้ เครื่องมือ และเทคนิคต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการบริหารโครงการ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ออกมามีประสิทธิภาพสูงสุด (สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย, 2561) ซึ่งความสำคัญของการบริหารโครงการมีดังนี้

1. สามารถทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียพึงพอใจ
2. สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ
3. สามารถตอบสนองต่อความเสี่ยงต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว
4. สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
5. สามารถบริหารจัดการข้อจำกัดต่าง ๆ ในโครงการได้ เช่น แผนระยะเวลาการดำเนินโครงการ ต้นทุน คุณภาพงาน ขอบเขตงาน และทรัพยากร เป็นต้น

3. ข้อจำกัดของการบริหารโครงการ (Constraints in Project Management)

ในการบริหารโครงการทุก ๆ โครงการในปัจจุบันนั้น มีจุดมุ่งหมายที่จะส่งมอบงานตามขอบเขตงานหรือคุณภาพของงาน (Scope/Quality) ให้ทันตามระยะเวลา (Time) ที่กำหนด และภายใต้งบประมาณหรือทรัพยากร (Cost/Resources) ที่มีจำกัด นอกจากนี้การส่งมอบงานจะต้องเป็นไปตามความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Expectations) ตามรูปที่ 5 ทั้งนี้หาก

ต้องการเพิ่มความต้องการในด้านในด้านหนึ่งนั้น อีกด้านก็จะต้องสูญเสียเพื่อแลกเปลี่ยนกัน (Trade-offs) อันเนื่องมาจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด (Horine, 2013)



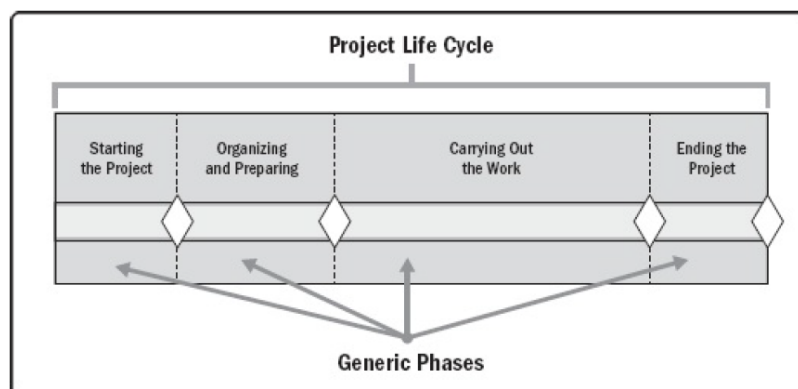
รูปที่ 5 ข้อจำกัดของการบริหารโครงการ

(ที่มา : Horine, 2013)

4. วงจรชีวิตของโครงการ (Project Life Cycle)

วงจรชีวิตของโครงการ เป็นลำดับของระยะส่งมอบงาน (Phases) จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดของโครงการ ระยะส่งมอบงานของโครงการประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการที่เกี่ยวข้องกัน โดยได้ผลลัพธ์สุดท้ายเป็นชิ้นงานตั้งแต่หนึ่งชิ้นงานขึ้นไป โดยทั่วไปขอบเขตงานของแต่ละโครงการก็จะมี ความแตกต่างกัน (สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย, 2561) แต่สามารถจำแนกโครงสร้างของวงจรชีวิตของโครงการออกเป็น 4 ช่วงได้ดังนี้

1. การเริ่มต้นโครงการ (Starting the project)
2. การเตรียมการ (Organizing and preparing)
3. การดำเนินงาน (Carrying out the work)
4. การปิดโครงการ (Closing the project)



รูปที่ 6 วงจรชีวิตของโครงการทั่วไป

(ที่มา : Project Management Institute, 2017)

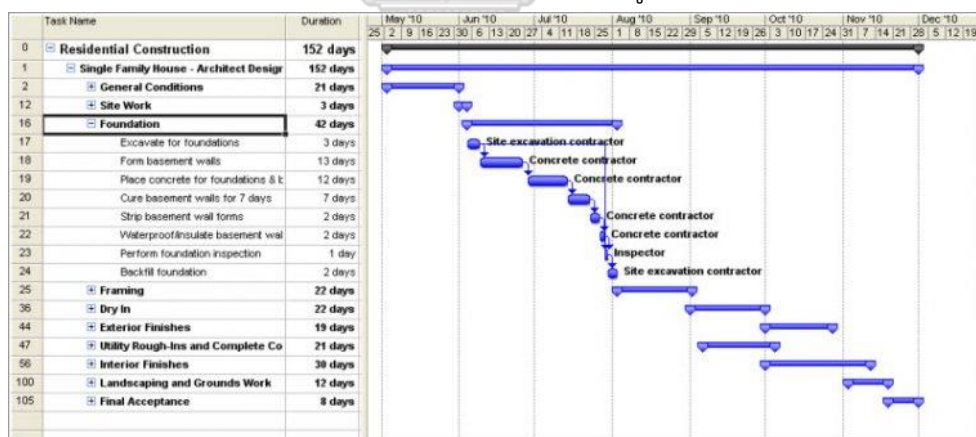
5. การกำหนดระยะเวลาโครงการ (Project Scheduling)

การกำหนดระยะเวลาของโครงการที่ได้นั้น จะต้องนำแผนที่กำหนดไว้มาใช้ในการบริหารและควบคุมโครงการได้จริงและมีประสิทธิภาพ สำหรับแผนระยะเวลาโครงการที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 รูปแบบคือ 1. แผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต (Gantt Chart) และ 2. การวางแผนกำหนดเวลาแบบสายงานวิกฤติ (Critical Path Method) (วิสูตร จิระดำเกิง, 2558) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต (Gantt chart)

แผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต (Gantt Chart) มีจุดกำเนิดมาจากสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 โดยเริ่มจากการใช้งานในภาคเป็นอุตสาหกรรมก่อน จึงขยายใช้งานกับภาคธุรกิจการก่อสร้าง โดยปัจจุบันยังเป็นที่นิยมใช้งานเนื่องจากผู้คนที่ทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย หรือสามารถสร้างแผนเองได้ไม่ยากโดยใช้โปรแกรม Microsoft Project สำหรับรายละเอียดในแกนต์ชาร์ตนั้นควรประกอบไปด้วย

- สารสำคัญของโครงการ เช่น ชื่อโครงการ ชื่อเจ้าของโครงการ ระยะเวลาก่อสร้าง หรือ ชื่อผู้ควบคุมงาน
- รายละเอียดกิจกรรมก่อสร้าง โดยทั่วไปจะเรียงลำดับของกิจกรรมที่ทำก่อนไว้ด้านบน จากนั้นจึงเรียงลำดับลงมา ทั้งนี้แต่ละกิจกรรมจะใช้แท่งสีในการแทนช่วงของระยะเวลา สำหรับตัวอย่างแผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต มีดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวอย่างแผนกำหนดเวลาแบบแกนต์ชาร์ต

(ที่มา : <https://www.constructiontuts.com/what-is-a-gantt-chart>)

สำหรับการติดตามความก้าวหน้าของโครงการนั้น สามารถทำการประเมินทุก 7 วัน หรือ 15 วัน ตามความเหมาะสมของลักษณะงานหรือความต้องการของเจ้าของโครงการ โดยผู้ประเมินจะเขียนแท่งสี (Bar) อีกชุดหนึ่งเพื่อแสดงความก้าวหน้าของโครงการ โดยทำการวัดค่าเป็นร้อยละของความก้าวหน้าของงานในแต่ละกิจกรรม

2. การวางแผนกำหนดเวลาแบบสายงานวิกฤติ (Critical Path Method)

การวางแผนกำหนดเวลาแบบสายงานวิกฤตินั้น ถือเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมโครงการให้สามารถบรรลุตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับกิจกรรมของแผนที่ถูกระบุบนเส้นทางวิกฤติใด ๆ นั้น หากมีความล่าช้าเกิดขึ้นก็จะส่งผลให้โครงการล่าช้าตามไปด้วย นิยามของกิจกรรมวิกฤติคือกิจกรรมที่ไม่เหลือเวลาว่างที่จะทำให้กิจกรรมนั้นล่าช้าได้โดยโครงการไม่กระทบ (กิจกรรมที่มี Total Float เท่ากับ 0) ทั้งนี้การคำนวณหา Total Float (TF) เป็นไปตามสมการดังนี้

$$\begin{aligned} TF &= LS - ES \\ &= LF - EF \end{aligned}$$

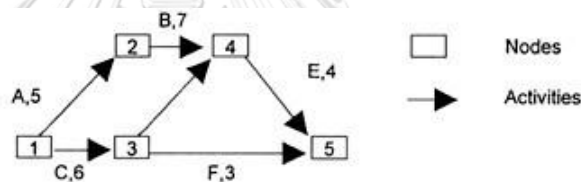
โดยที่ ES = Early Start หรือ เวลาที่สามารถเริ่มงานได้เร็วที่สุด

EF = Early Finish หรือ เวลาที่สามารถเสร็จได้เร็วที่สุด

LS = Latest Start หรือ เวลาที่เริ่มงานช้าได้ที่สุด

LF = Latest Finish หรือ เวลาที่สามารถเสร็จได้ช้าที่สุด

สำหรับตัวอย่างการคำนวณหาเส้นทางวิกฤติ มีดังรูปที่ 8



Given			Computed					
Activity	Preceded by	Activity duration	ES	LS	EF	LF	Slack or Float (LS-ES) or (LF-EF)	Critical Activities*
A	-	5	0	0	5	5	0	yes
B	A	7	5	5	12	12	0	yes
C	-	6	0	3	6	9	3	-
D	C	3	6	9	9	12	3	-
E	B, D	4	12	12	16	16	0	yes
F	C	3	6	13	9	16	7	-

*Critical path is A, B, E; it has no slack.

รูปที่ 8 ตัวอย่างเส้นทางวิกฤติที่ได้จากการคำนวณเพื่อหากิจกรรมวิกฤติ

(ที่มา : https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8_195)

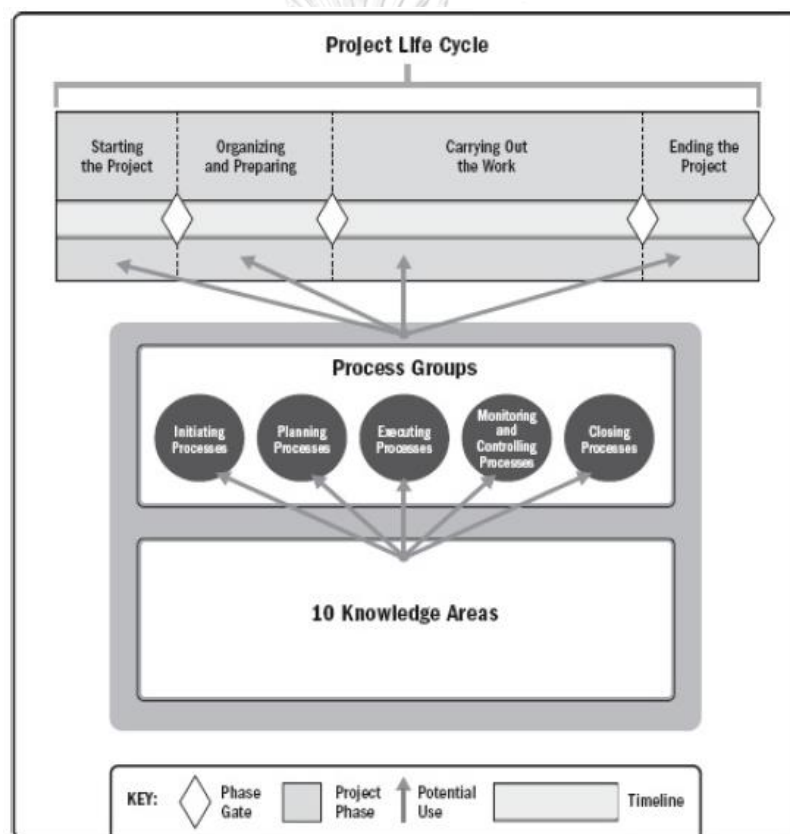
2.1.2 แนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK

การบริหารโครงการใด ๆ ก็ตามล้วนมีความต้องการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งการดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังกล่าว มีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการ ในช่วงกลางทศวรรษที่ 20 ได้มีการจัดทำหนังสือเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับการบริหารโครงการซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ซึ่งมีชื่อว่า “Project Management Body of Knowledge” หรือ PMBOK จัดทำโดยสถาบันเพื่อการบริหารโครงการ (Project Management

Institute) จากประเทศสหรัฐอเมริกา (สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย, 2561) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบสำคัญของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK

โครงการใด ๆ นั้นสามารถจำแนกโครงสร้างของวงจรชีวิตของโครงการออกเป็น 4 ช่วง โดยแต่ละช่วงของโครงการจะมีความสัมพันธ์กับกลุ่มกระบวนการของการบริหารโครงการ (Project Management Process Group) ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 5 กลุ่มกระบวนการ โดยแต่ละกลุ่มกระบวนการนั้นก็ประกอบไปด้วยองค์ความรู้ (Knowledge Area) ของการบริหารโครงการด้วย PMBOK ที่แตกต่างกัน รวมทั้งหมด 10 ด้าน จากที่กล่าวมานั้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบสำคัญตามรูปที่ 9



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบสำคัญของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK

(ที่มา : Project Management Institute, 2017)

2. กระบวนการบริหารโครงการ (Project Management Processes)

วงจรชีวิตของโครงการในแต่ละช่วงของโครงการนั้น จะถูกบริหารจัดการด้วยกระบวนการบริหารโครงการ (Project Management Processes) ต่าง ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลลัพธ์อย่างน้อย 1 รายการ (Outputs) โดยมาจากการนำเข้าปัจจัย (Inputs) ผ่านการใช้เครื่องมือ และเทคนิค (Tools & Techniques) ในการบริหารโครงการที่มีความเหมาะสม ทั้งนี้สามารถแสดงส่วนประกอบของกระบวนการบริหารโครงการได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างส่วนประกอบของกระบวนการบริหารโครงการ

(ที่มา : Project Management Institute, 2017)

3. กลุ่มกระบวนการของการบริหารโครงการ (Project Management Process Group)

สำหรับกลุ่มกระบวนการจะถูกจำแนกเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มกระบวนการดังนี้

1. กลุ่มกระบวนการริเริ่มโครงการ (Initiating Process Group)

เป็นกระบวนการที่จะดำเนินการเพื่อกำหนดโครงการใหม่ ด้วยการขออนุมัติเพื่อให้สามารถเริ่มโครงการได้

2. กลุ่มกระบวนการวางแผน (Planning Process Group)

เป็นกระบวนการที่จะดำเนินการกำหนดขอบเขตของโครงการ กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการและกำหนดวิธีการในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

3. กลุ่มกระบวนการดำเนินงาน (Executing Process Group)

เป็นกระบวนการที่ดำเนินการตามแผนงานที่กำหนดไว้ เพื่อตอบสนองความต้องการของโครงการ

4. กลุ่มกระบวนการติดตามและควบคุม (Monitoring and Controlling Process Group)

เป็นกระบวนการที่ดำเนินการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการ รวมไปถึงรายงานผลการดำเนินการของโครงการ

5. กลุ่มกระบวนการปิดโครงการ (Closing Process Group)

เป็นกระบวนการที่ดำเนินการเพื่อส่งมอบโครงการหรือปิดโครงการได้อย่างเสร็จสมบูรณ์

4. ภาพรวมของขอบเขตขององค์ความรู้การบริหารโครงการ (Project Management Knowledge Area Overview)

นอกจากจะมีการจำแนกกลุ่มกระบวนการแล้ว ยังมีการจำแนกองค์ความรู้ของการบริหารโครงการ ซึ่งมีองค์ประกอบตามกระบวนการบริหารโครงการดังที่กล่าวถึงมาก่อนหน้านี้ ทั้งนี้องค์ความรู้ของแนวทางบริหารโครงการด้วย PMBOK นั้น มีทั้งหมด 10 ด้านดังนี้

1. การบริหารการบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งจัดทำเพื่อกำหนด รวบรวม และประสานงานระหว่างองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
2. การบริหารขอบเขตของโครงการ (Project Scope Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการที่สามารถยืนยันได้ว่าการดำเนินงานทั้งหมดนั้นได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการอย่างครบถ้วนสมบูรณ์
3. การบริหารแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการที่สามารถทำให้บริหารจัดการโครงการแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ด้วยการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงานโครงการ
4. การบริหารต้นทุนโครงการ (Project Cost Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการในการบริหารจัดการงบประมาณ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินการภายใต้งบประมาณที่ได้รับอนุมัติไว้
5. การบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการในการนำนโยบาย การบริหารจัดการ การควบคุมคุณภาพ เพื่อให้ได้รับความพึงพอใจจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
6. การบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการระบุ จัดหา และจัดการทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ
7. การบริหารการสื่อสารโครงการ (Project Communication Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถยืนยันได้ว่าการควบคุม การติดตาม หรือการประสานงานต่างๆ ของโครงการเป็นไปอย่างเหมาะสมและทันเวลา
8. การบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management)
ประกอบไปด้วยกระบวนการวางแผนจัดการความเสี่ยง บ่งชี้ความเสี่ยง วิเคราะห์ความเสี่ยง วางแผนตอบสนองความเสี่ยง เพื่อให้สามารถยืนยันได้ว่าโครงการสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถรับมือความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการได้
9. การบริหารการจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ (Project Procurement Management)

ประกอบไปด้วยกระบวนการที่จำเป็นในการจัดซื้อจัดจ้างต่าง ๆ จากภายนอกโครงการ

10. การบริหารผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ (Project Stakeholder Management)

ประกอบไปด้วยกระบวนการที่จำเป็นในการระดมเป้าหมายที่อาจส่งผลกระทบต่อโครงการ เพื่อสามารถนำไปวิเคราะห์ความคาดหวัง ผลกระทบที่มีต่อโครงการและสร้างกลยุทธ์การบริหารจัดการ ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้อย่างเหมาะสม

5. องค์ความรู้ของ PMBOK ที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้แนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK โดยเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารโครงการก่อสร้างตามองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5 ด้านดังนี้

1. การบริหารการบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management)

การบริหารการบูรณาการของโครงการเป็นการประสานกิจกรรมต่าง ๆ ของการบริหารโครงการเข้าด้วยกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการประเมินและการติดตามความคืบหน้าของโครงการตลอดวงจรชีวิตของโครงการนั้น สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ยิ่งโครงการนั้นมีความซับซ้อนและความคาดหวังจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมากยิ่งขึ้นเท่าใด องค์ความรู้ในด้านนี้ยังมีบทบาทมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย (Heldman, 2018) สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

1.1 การจัดทำกฎบัตรโครงการ (Develop Project Charter)

เป็นกระบวนการของการพัฒนาเอกสารที่ผู้บริหารอนุมัติให้ดำเนินโครงการอย่างเป็นทางการ อีกทั้งยังเป็นเอกสารที่มอบอำนาจให้ผู้จัดการโครงการสามารถใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ขององค์กรไม่ว่าจะเป็นเรื่องงบประมาณ หรือบุคลากร ในการดำเนินการโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กระบวนการจัดทำกฎบัตรโครงการ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- เอกสารทางธุรกิจ	- การรวบรวมข้อมูล	- กฎบัตรโครงการ
- ข้อตกลง		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

1.2 การกำกับและบริหารงานโครงการ (Direct and Manage Project Work)

เป็นกระบวนการที่ผู้จัดการโครงการดำเนินกิจกรรมตามที่ได้วางแผนไว้ เพื่อให้สามารถส่งมอบงานตามวัตถุประสงค์ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดให้มีการทบทวนผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง

ของโครงการทั้งหมด และดำเนินการเปลี่ยนแปลงตามเรื่องที่ได้รับอนุมัติแล้ว โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 กระบวนการกำกับและบริหารงานโครงการ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (PMIS)	- งานส่งมอบ
- เอกสารโครงการ		- ข้อมูลผลการทำงาน
- คำขอเปลี่ยนแปลงที่อนุมัติ		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

1.3 การติดตามและการควบคุมงานโครงการ (Monitor and Control Project Work)

เป็นกระบวนการติดตาม ทบทวน และรายงานความคืบหน้าของโครงการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ประโยชน์หลักของกระบวนการนี้คือการช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบถึงสถานะปัจจุบันของโครงการ เข้าใจปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยการดำเนินการหลักคือการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานโครงการจริงเทียบกับแผนการบริหารโครงการ รวมถึงการจัดทำรายงานความคืบหน้าให้เหมาะสมกับโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 กระบวนการติดตามและการควบคุมงานโครงการ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- การประชุม	- รายงานผลการดำเนินงาน
- เอกสารโครงการ	- การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	
- ผลการดำเนินงานที่ประมวลผลแล้ว		
- ข้อตกลง		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

1.4 การปิดโครงการ (Close Project or Phase)

เป็นกระบวนการสำหรับกิจกรรมที่จำเป็นเพื่อใช้ในการปิดโครงการทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจว่าเอกสารและงานที่ส่งมอบเป็นข้อมูลล่าสุด และทุกปัญหานั้นได้รับการแก้ไขแล้ว โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กระบวนการปิดโครงการ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- กฎบัตรโครงการ	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (PMIS)	- บัญชีรายการงานเก็บ (Punch List)
- แผนการบริหารโครงการ		
- เอกสารโครงการ		
- การส่งมอบงานที่รับมอบแล้ว		
- เอกสารทางธุรกิจ		
- ข้อตกลง		
- เอกสารการจัดซื้อจัดจ้าง		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

2. การบริหารแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule Management)

การบริหารแผนระยะเวลาโครงการ ประกอบไปด้วยกระบวนการที่สามารถทำให้บริหารจัดการโครงการแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ด้วยการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงานโครงการเพื่อปกป้องถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการอีกด้วย (Kerzner, 2017) สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

2.1 กระบวนการกำหนดกิจกรรม (Define Activities)

เป็นกระบวนการกำหนดกิจกรรมที่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งจะต้องมีการกำหนดชุดงาน (Work Packages) อย่างเหมาะสมเพื่อใช้เป็นตัวตั้งต้นในการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงานโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 กระบวนการกำหนดกิจกรรม

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- การแบ่งเป็นส่วนย่อย (Decomposition)	- รายการกิจกรรม
- บัญชีเวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

2.2 กระบวนการจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรม (Sequence Activities)

เป็นกระบวนการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการด้วยการนำมาจัดลำดับและเชื่อมโยงกันตามความเหมาะสม ซึ่งในทุก ๆ กิจกรรมยกเว้นกิจกรรมเริ่มต้นและกิจกรรมสุดท้ายนั้น ควรมีการเชื่อมโยงกับกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งก่อนหน้าและตามหลังกิจกรรมดังกล่าวอย่างน้อย 1 กิจกรรม สำหรับผลลัพธ์ของการจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรมคือการแปลงรายการกิจกรรมให้อยู่ในรูปของแผนภูมิ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กระบวนการจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรม

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- วิธีแผนภูมิลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagramming Method)	- แผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram)
- เอกสารโครงการ		
- บัญชีเวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

2.3 กระบวนการประมาณการระยะเวลาที่ใช้ทำกิจกรรม (Estimate Activity Duration)

เป็นกระบวนการประมาณช่วงเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแต่ละกิจกรรมให้แล้วเสร็จโดยอยู่บนพื้นฐานทรัพยากรที่ได้ประมาณการไว้ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 9

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- เทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง (Analogous Estimating)	- การประมาณการระยะเวลา
- เอกสารโครงการ		
- บัญชีเวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

2.4 กระบวนการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงาน (Develop Schedule)

เป็นกระบวนการวิเคราะห์ลำดับ ระยะเวลา ความต้องการทรัพยากร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์คือแผนระยะเวลาการทำงานของโครงการซึ่งสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 กระบวนการจัดทำแผนระยะเวลาการทำงาน

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- การวิเคราะห์โครงข่ายแผนระยะเวลาการทำงาน	- บรรทัดฐานระยะเวลาการทำงาน
- เอกสารโครงการ	- วิธีสายงานวิกฤติ	- แผนระยะเวลาการทำงานโครงการ
- ข้อตกลง	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพยากรเชิงกระบวนการขององค์กร		

3. การบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management)

การบริหารคุณภาพของโครงการประกอบไปด้วยกระบวนการวางแผนเพื่อบริหารคุณภาพ การนำแผนบริหารคุณภาพไปใช้ปฏิบัติจริงตลอดทั้งโครงการด้วยการทดสอบและประเมินผลด้วยเครื่องมือต่าง ๆ และการควบคุมคุณภาพเพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลลัพธ์ที่ออกมาเป็นที่ยอมรับได้ (Westland, 2007) สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

3.1 การวางแผนบริหารคุณภาพ (Plan Quality Management)

เป็นกระบวนการระบุความต้องการทางด้านคุณภาพ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ของโครงการ รวมถึงการจัดทำเอกสารแสดงการปฏิบัติตามข้อกำหนดของความต้องการด้านคุณภาพเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการและทวนสอบคุณภาพตลอดทั้งโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กระบวนการวางแผนบริหารคุณภาพ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- กฎบัตร โครงการ	- การรวบรวมข้อมูลโดยการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญ	- แผนการบริหารคุณภาพ
- แผนการบริหารโครงการ	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	
- เอกสารโครงการ		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

3.2 การควบคุมคุณภาพ (Control Quality)

เป็นกระบวนการติดตาม และบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมบริหารคุณภาพ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลลัพธ์ที่ออกมาเป็นที่ยอมรับได้ จุดประสงค์หลักของกระบวนการนี้คือ การทวนสอบงานที่ส่งมอบว่าได้ตอบสนองความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียซึ่งรวมถึง ขอบเขตงาน มาตรฐาน กฎระเบียบ และข้อกำหนดคุณลักษณะ (Specification) ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 กระบวนการควบคุมคุณภาพ

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับแผนบริหารความเสี่ยง	- งานที่ส่งมอบได้ผ่านการทวนสอบแล้ว
- เอกสารโครงการ	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	- การแสดงผลจากการตรวจสอบคุณภาพ
- คำขอเปลี่ยนแปลงที่อนุมัติแล้ว		
- สิ่งที่ส่งมอบ		
- ผลการทำงานที่เป็นข้อมูลดิบ		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

4. การบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management)

การบริหารทรัพยากรโครงการเป็นกระบวนการประมาณทรัพยากรเพื่อวางแผนทรัพยากรที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการ และติดตามการใช้ทรัพยากรจริงเทียบกับแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโครงการสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างราบรื่น (Project Management Institute, 2016) สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

4.1 การประมาณการทรัพยากรที่ใช้ทำกิจกรรม (Estimate Activity Resource)

เป็นกระบวนการประมาณทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการของแต่ละกิจกรรม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการประมาณวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือกำลังคน โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 กระบวนการประมาณทรัพยากรที่ใช้ทำกิจกรรม

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- เทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง	- ความต้องการใช้ทรัพยากร
- เอกสารโครงการ		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

4.2 การควบคุมทรัพยากร (Control Resources)

เป็นกระบวนการติดตามการใช้ทรัพยากรจริงเปรียบเทียบกับแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโครงการสามารถดำเนินการอย่างราบรื่น โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 14 ตารางที่ 14 กระบวนการควบคุมทรัพยากร

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- แผนการบริหารโครงการ	- ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	- สารสนเทศผลการดำเนินงาน
- เอกสารโครงการ		
- ผลการทำงานที่เป็นข้อมูลดิบ		
- ข้อตกลง		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

5. การบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management)

การบริหารความเสี่ยงของโครงการเป็นกระบวนการวางแผนการบริหารความเสี่ยง เพื่อให้สามารถตอบสนองความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นตลอดทั้งโครงการได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้เราสามารถวางแผนเพื่อลดความน่าจะเป็นของความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ (Meredith & Mantel, 2011) สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

5.1 การวางแผนบริหารความเสี่ยง (Plan Risk Management)

เป็นกระบวนการกำหนดวิธีการในการดำเนินกิจกรรมเพื่อบริหารความเสี่ยงของโครงการ โดยส่วนประกอบของกระบวนการเป็นไปตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 กระบวนการวางแผนบริหารความเสี่ยง

ปัจจัยนำเข้า	เครื่องมือ และเทคนิค	ผลลัพธ์
- กฎบัตรโครงการ	- การใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ	- แผนบริหารความเสี่ยง
- แผนการบริหารโครงการ		
- เอกสารโครงการ		
- ปัจจัยแวดล้อมขององค์กร		
- ทรัพย์สินเชิงกระบวนการขององค์กร		

2.1.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (Project Management Information System)

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ หรือ Project Management Information System (PMIS) คือระบบที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือ ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และระบบเครือข่าย ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการรวบรวม ประมวลผล และแสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการบริหารโครงการตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นโครงการจนถึงช่วงปิดโครงการ (Kaewta & Chutima, 2014) สำหรับงานวิจัยนี้จะมีการประยุกต์ใช้ในส่วนของซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) และเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

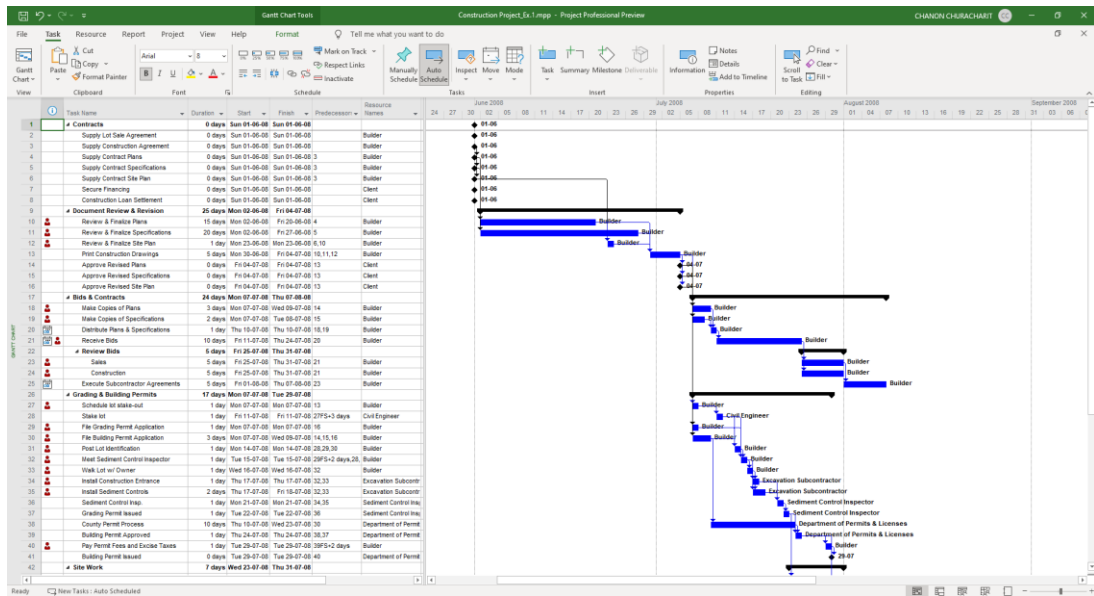
2.1.3.1 ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software)

สำหรับซอฟต์แวร์บริหารโครงการที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 3 โปรแกรมคือ 1. โปรแกรม Microsoft Project 2. โปรแกรม Trello และ 3. โปรแกรม Sitearound ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรม Microsoft Project

Microsoft Project เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการบริหารโครงการซึ่งได้ถูกพัฒนามาอย่างยาวนาน โดยปัจจุบันยังคงเป็นที่นิยมกันทั่วโลก สำหรับการใช้งานจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดกิจกรรม การจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน การกำหนดระยะเวลา การจัดการทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นกำลังคน เครื่องจักร อุปกรณ์ การจัดการค่าใช้จ่ายและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการด้วยวิธีต่าง ๆ ของโปรแกรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้สามารถสรุปฟีเจอร์ที่สำคัญของโปรแกรมได้ดังนี้

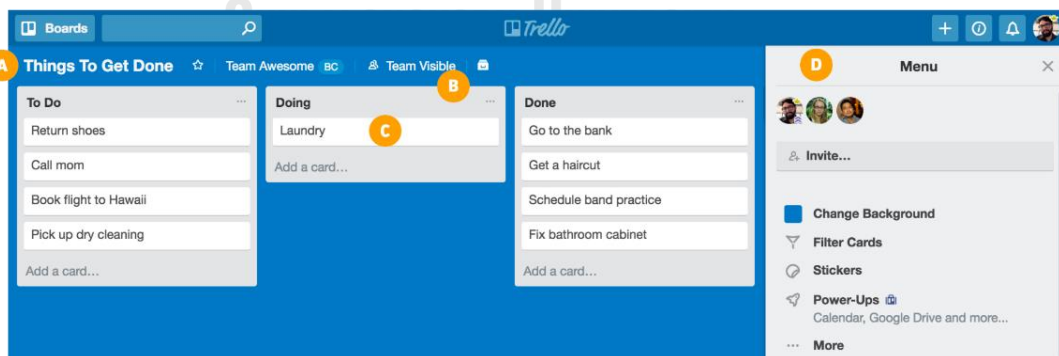
- สามารถวางแผนระยะเวลาโครงการด้วยแกนต์ชาร์ต (Gantt Chart) ซึ่งจะแสดงในรูปแบบของแท่งสี (Bar) และระยะเวลา
- สามารถแสดงเส้นทางวิกฤติของแผนงานเพื่อให้เห็นถึงกิจกรรมที่จะสามารถส่งผลกระทบต่อความล่าช้าของโครงการได้ ทำให้สามารถประเมินและวางแผนบริหารความเสี่ยงเพื่อรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น
- สามารถจัดการทรัพยากรซึ่งเป็นกำลังคน เครื่องจักร อุปกรณ์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยการจัดสรรทรัพยากรลงในแต่ละกิจกรรม หากทรัพยากรใดมีการใช้งานเกินขีดจำกัด (Resource Over Allocate) ก็จะมีการเตือนโดยมีทางเลือกในการแก้ไข 4 วิธีคือ 1. การเพิ่มทรัพยากรเข้าไป 2. การเพิ่มเวลาการทำงานให้มากขึ้น 3. การทำงานล่วงเวลา หรือ 4. การแก้ไขด้วยการปรับระดับทรัพยากร (Resource Leveling) ซึ่งเป็นวิธีการชะลอกิจกรรมที่ไม่ได้อยู่บนเส้นทางวิกฤติออกไป โดยโปรแกรมจะทำการเลื่อนกิจกรรมที่มี Float ทั้งนี้ปริมาณทรัพยากรยังคงมีขีดจำกัดเหมือนเดิม นอกจากนี้ยังสามารถใส่รายละเอียดเรื่องค่าใช้จ่ายของแต่ละทรัพยากรลงไปได้ จึงทำให้สามารถจัดการค่าใช้จ่ายของโครงการนั้นได้
- สามารถติดตาม และตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงการได้ โดยการอัปเดตความก้าวหน้าตามความถี่ที่กำหนด และสามารถเพิ่มจุดการตรวจสอบของโครงการ (Milestone) ลงไปในแผนงานได้เพื่อให้สามารถติดตามงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สามารถเปรียบเทียบความก้าวหน้าของแผนงานจริงเทียบกับ Baseline ซึ่งเป็นแผนงานที่ได้รับอนุมัติจากเจ้าของโครงการก่อนการดำเนินการโครงการ
- สามารถจัดทำเป็นรายงานของโครงการ ซึ่งจะมีรูปแบบรายงานหลากหลายประเภทตามความต้องการ ซึ่งสามารถใช้ในการนำเสนอผลการดำเนินงานให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรม Microsoft Project ได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรม Microsoft Project

2. โปรแกรม Trello

โปรแกรม Trello เริ่มมีการเปิดตัวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งในปัจจุบันนี้กลายเป็นโปรแกรมบริหารโครงการที่เป็นที่นิยมทั่วโลก เนื่องจากความง่ายในแง่ของการใช้งานโปรแกรม การเข้าถึงโปรแกรมได้หลายช่องทางไม่ว่าจะเป็นผ่านคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต โดยสามารถใช้งานผ่านเว็บไซต์ (Web-based Application) ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมบนอุปกรณ์ และสามารถใช้งานได้ฟรี (ยกเว้นบางฟีเจอร์ของโปรแกรมที่จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม) โดยหน้าต่างโปรแกรมจะเหมือนกระดานซึ่งมีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 4 ข้อ (Trello Enterprise, 2021) รายละเอียดดังรูปที่ 12

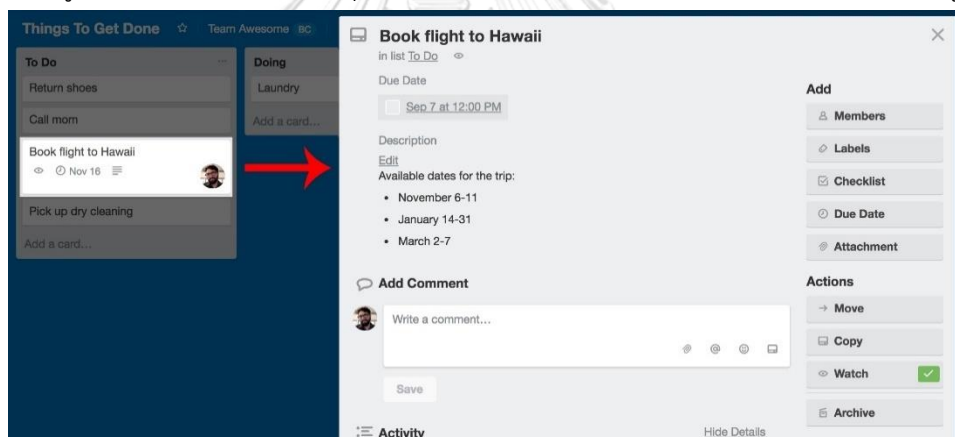


รูปที่ 12 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Trello

(ที่มา : <https://trello.com/en/guide/trello-101>)

จากรูปที่ 12 ส่วนประกอบหลัก 4 ข้อ ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

- ส่วนประกอบ A คือกระดาน (Board) ซึ่งใช้สำหรับแสดงชื่อของโครงการ ซึ่งสามารถเชิญผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามาโดยการแชร์ลิ้งค์บนกระดาน หรือจำกัดการเข้าถึงได้
- ส่วนประกอบ B คือรายการ (List) ซึ่งใช้สำหรับกำหนดเวิร์คโฟลว์หรือการเคลื่อนไหวของงาน ซึ่งสามารถออกแบบได้ตามความเหมาะสม เช่น การสร้างรายการ (List) ตามงวดงานของงานก่อสร้างขึ้นมา เพื่อสามารถใช้เป็นหลักฐานในการจ่ายเงินให้กับผู้รับเหมา เป็นต้น
- ส่วนประกอบ C คือการ์ด (Card) ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของกระดาน เพื่อใช้สำหรับการแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของโครงการ เช่น เนื้อหารายละเอียดของงาน วันที่ครบกำหนด ไฟล์แนบที่เกี่ยวข้อง ป้ายกำกับแสดงสถานะของงาน การมอบหมายงานให้สมาชิก Checklist เพื่อแสดงความก้าวหน้าของงาน นอกจากนี้ภายในการ์ดยังสามารถสื่อสารผ่านทางแชทได้อย่างเรียลไทม์และมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถรับรู้การเคลื่อนไหวของสถานะต่าง ๆ ได้ทันที นอกจากนี้การดำเนินการที่เกิดขึ้นภายในโปรแกรมจะถูกบันทึกไว้ทั้งหมดซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้งานจะต้องระมัดระวังทุกครั้งในการใช้งาน ตัวอย่างหน้าต่างของการ์ดแสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตัวอย่างหน้าต่างของการ์ดในโปรแกรม Trello

(ที่มา : <https://trello.com/en/guide/trello-101>)

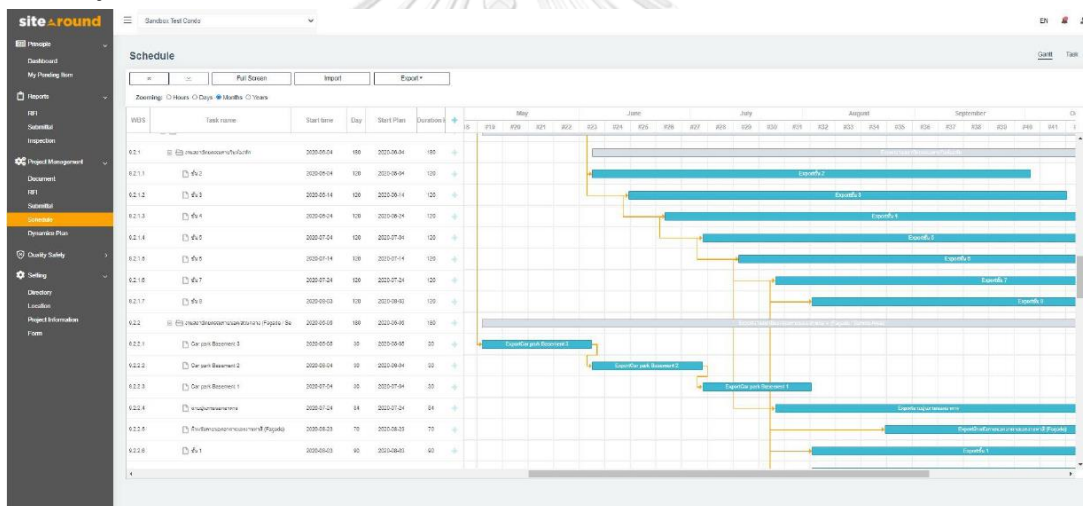
- ส่วนประกอบ D คือเมนู (Menu) ซึ่งเป็นแถบควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น การค้นหาการ์ด การจัดการสมาชิก การเปลี่ยนรูปแบบพื้นหลัง เป็นต้น

3. โปรแกรม Sitearound

โปรแกรม Sitearound เป็นโปรแกรมบริหารโครงการก่อสร้างที่ถูกพัฒนาโดยฝีมือคนไทย ซึ่งมีจุดกำเนิดมาจากปัญหางานก่อสร้างที่ประกอบไปด้วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลากหลายกลุ่มซึ่งการติดต่อสื่อสารระหว่างกันยังขาดประสิทธิภาพ เอกสารงานก่อสร้างที่จะต้องอนุมัติมีจำนวนมาก การตรวจสอบคุณภาพของงานที่ไม่มีขั้นตอนชัดเจน การวางแผนและติดตามความก้าวหน้าของโครงการ

ขาดประสิทธิภาพ ทางทีมพัฒนาโปรแกรมจึงเห็นความสำคัญของปัญหาและได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยแนวทาง All-in-one Platform ซึ่งช่วยสนับสนุนการบริหารโครงการก่อสร้างโดยครอบคลุมตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งปิดโครงการ (Singhaputtangkul & Jaroensawad, 2021) สำหรับการใช้งานโปรแกรมนั้น สามารถเข้าใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ (Web-based Application) โดยที่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมบนอุปกรณ์ และสามารถเข้าถึงโปรแกรมโดยการลือคอินผ่านทางคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต ทั้งนี้สามารถสรุปฟีเจอร์ของโปรแกรมได้ดังนี้

- Built-in Schedule – สามารถแสดงแผนระยะเวลาโครงการด้วยแกนที่ชาร์ต (Gantt Chart) โดยการนำเข้าข้อมูลดังกล่าวจากโปรแกรม Microsoft Project หรือ Primavera ซึ่งทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถทราบความก้าวหน้าของโครงการได้พร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ยังแสดงเส้นทางวิกฤติของแผนงาน ซึ่งช่วยในการตัดสินใจเพื่อควบคุมโครงการให้สามารถแล้วเสร็จตามกำหนดเวลา ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมของฟีเจอร์ดังกล่าวได้ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ตัวอย่างฟีเจอร์ Built-in Schedule ของโปรแกรม Sitearound

(ที่มา : <https://www.sitearound.com/schedule>)

- Submittal – ผู้รับเหมาสามารถสามารถสร้าง Submittal เพื่อนำส่งเอกสารโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติ โดยกรอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องและกำหนดลำดับการอนุมัติเอกสารได้เองภายในโปรแกรม ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมของฟีเจอร์ดังกล่าวได้ดังรูปที่ 15

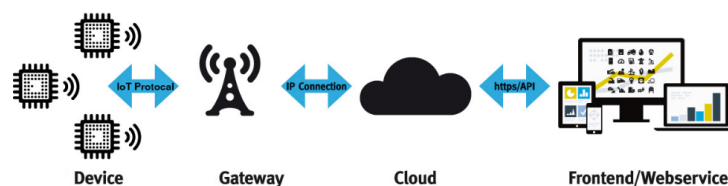
รูปที่ 15 ตัวอย่างฟิวเจอร์ Submittal ของโปรแกรม Sitearound

(ที่มา : <https://www.sitearound.com/rfi>)

- IoT Integration – สามารถเชื่อมต่อกับระบบ IoT ผ่านคลาวด์ และแสดงผลบนโปรแกรมในรูปแบบ Dashboard โดยข้อมูลที่แสดงผลนั้นมาจากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ที่หน้างานที่กำหนด ทั้งนี้เซ็นเซอร์นั้นมีให้เลือกมากมายหลายประเภทขึ้นอยู่กับความต้องการของโครงการนั้น ๆ เช่น กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) แบบ IP Camera สามารถใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง หรือ Bluetooth Beacon สามารถใช้ในการติดตามการใช้ทรัพยากร เป็นต้น จากฟิวเจอร์ดังกล่าวนั้นจะเห็นว่าเราสามารถติดตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แบบเรียลไทม์แม้จะไม่ได้อยู่ที่ไซต์ก่อสร้างตลอดเวลาก็ตาม

2.1.3.2 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” ซึ่งหมายถึงระบบที่มีการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าสู่อินเทอร์เน็ต โดยที่เราสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้บนคลาวด์ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา (นที สิงหพทุธราษฎร์ และ นิคม เจริญสวัสดิ์, 2562) โดยทั่วไปองค์ประกอบหลักของ IoT จะมีรายละเอียดดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 องค์ประกอบหลักของ IoT

(ที่มา : นที สิงหพทุธราษฎร์ และ นิคม เจริญสวัสดิ์, 2562)

จากรูปที่ 16 องค์ประกอบหลักของ IoT ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

1. เซ็นเซอร์ (Sensor)

มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Device” เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดข้อมูลต่าง ๆ ที่เราสนใจ ซึ่งมีปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด ทั้งนี้เมื่อเซ็นเซอร์วัดข้อมูลแล้วจะทำการส่งข้อมูลไปยัง Gateway ต่อไป

สำหรับงานวิจัยนี้จะมีการประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ ทั้งหมด 2 ประเภทได้แก่ 1. กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) และ 2. Bluetooth Beacon ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กล้องวงจรปิด (CCTV Camera)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกภาพเคลื่อนไหว โดยปัจจุบันนิยมใช้กล้องวงจรปิดแบบ IP Camera ซึ่งมีชื่อเต็มว่า Internet Protocol Camera เนื่องจากกล้องวงจรปิดประเภทนี้สามารถดูภาพเคลื่อนไหวและควบคุมกล้องได้แบบเรียลไทม์ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์หรือแอปพลิเคชันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกวีดีโอผ่านเครือข่าย (NVR) ซึ่งจะสามารถเรียกดูข้อมูลเคลื่อนไหวย้อนหลังได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้กล้องวงจรปิดสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ด้านการบริหารงานก่อสร้างนั้น สามารถใช้กล้องวงจรปิดแบบ IP Camera เพื่อติดตามและตรวจสอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแบบเรียลไทม์และดูข้อมูลย้อนหลังได้ ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างของอุปกรณ์ได้ดังรูปที่ 17



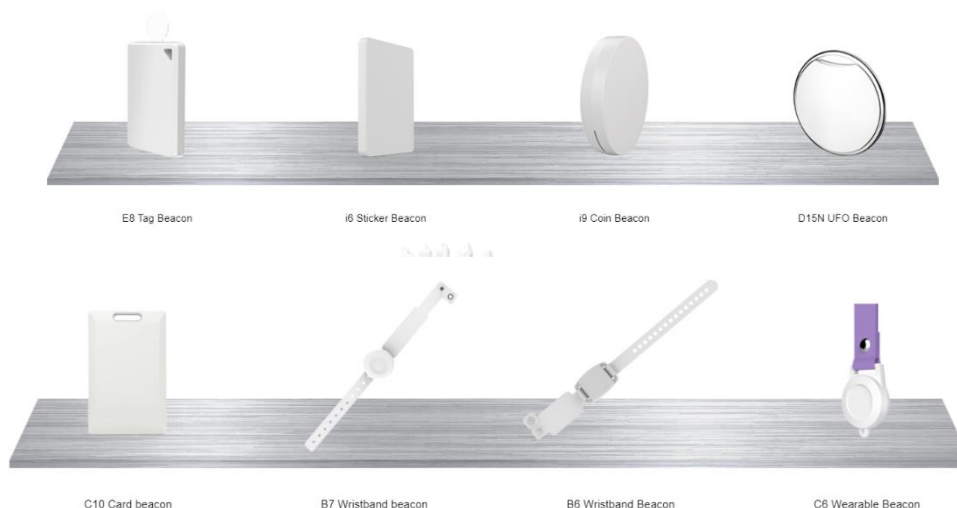
รูปที่ 17 ตัวอย่างกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) แบบ IP Camera

(ที่มา : <https://www.tp-link.com/th/home-networking/cloud-camera/tapo-c310/v1>)

1.2 Bluetooth Beacon

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบุตำแหน่งด้วยการส่งสัญญาณ Bluetooth low energy (BLE) ไปยังเครื่องรับสัญญาณ Bluetooth หรือ BLE Gateway โดยปัจจุบันนั้นมีการพัฒนา BLE เป็นเวอร์ชัน 5.0 ซึ่งมีการใช้พลังงานที่ต่ำลง และมีระยะการเชื่อมต่อระหว่าง BLE Gateway กับ Bluetooth Beacon ได้ไกลสูงสุดประมาณ 300 เมตร ในกรณีที่มีบริเวณนั้นไม่มีผนังหรือสิ่งกีดขวางกัน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับ GPS แล้วพบว่า GPS จะมีราคาของอุปกรณ์ที่สูงกว่า ใช้พลังงานที่สูงกว่า และกรณีที่ต้องการระบุตำแหน่งภายในอาคารก็จะมีคามแม่นยำที่ต่ำกว่า จากที่กล่าวมานั้น Bluetooth

Beacon สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน เช่น ด้านของการบริหารโครงการก่อสร้างนั้น สามารถนำมาใช้ในการติดตามการใช้ทรัพยากรแบบเรียลไทม์ได้ โดยกำหนดโซนพื้นที่ก่อสร้างเพื่อใช้ติดตามคนงานก่อสร้างและอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ซึ่งจะแสดงผลเฉพาะช่วงที่อยู่ภายในโซนพื้นที่ก่อสร้างเท่านั้น ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างของอุปกรณ์ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ตัวอย่างอุปกรณ์ Bluetooth Beacon

(ที่มา : <https://www.minew.com/bluetooth-beacons>)

2. เกตเวย์ (Gateway)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่วัดได้ และส่งข้อมูลดังกล่าวด้วยการเชื่อมต่อไปยังระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือคลาวด์

3. คลาวด์ (Cloud)

มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Server Farms” ซึ่งหมายถึงพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นจะถูกจัดเก็บบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการคลาวด์ต่าง ๆ ที่กระจายอยู่ทั่วทั้งโลก โดยที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Frontend หรือ Web Service)

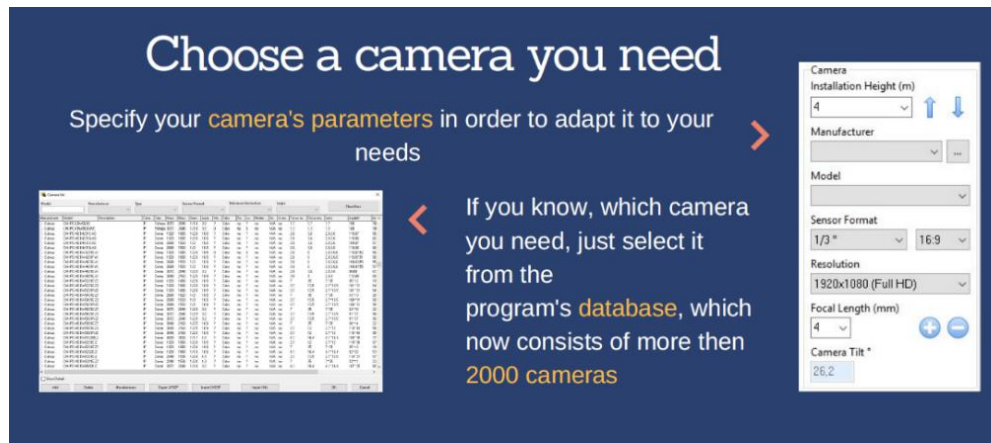
เป็นแอปพลิเคชัน หรือเว็บไซต์ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและใช้งานได้

2.1.4 โปรแกรมออกแบบระบบกล้องวงจรปิด

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการประยุกต์ใช้กล้องวงจรปิดในการติดตามและตรวจสอบกิจกรรมต่าง ๆ ของงานก่อสร้าง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบระบบกล้องวงจรปิดก่อนการติดตั้งจริง เพื่อคำนวณหาจำนวน ตำแหน่งติดตั้ง และรุ่นของกล้องวงจรปิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดภายใต้กรอบของงบประมาณ และเงื่อนไขอื่น ๆ ที่จำกัด โดยโปรแกรมดังกล่าวมีชื่อว่า “IP Video System Design Tool” ซึ่งสามารถออกแบบระบบกล้องวงจรปิดด้วยการจำลองภาพในรูปแบบ 2 และ 3 มิติ

เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น (IPICA Software LLC, 2021) ทั้งนี้ฟีเจอร์ของโปรแกรมดังกล่าวสามารถสรุปได้โดยมีรายละเอียดดังนี้

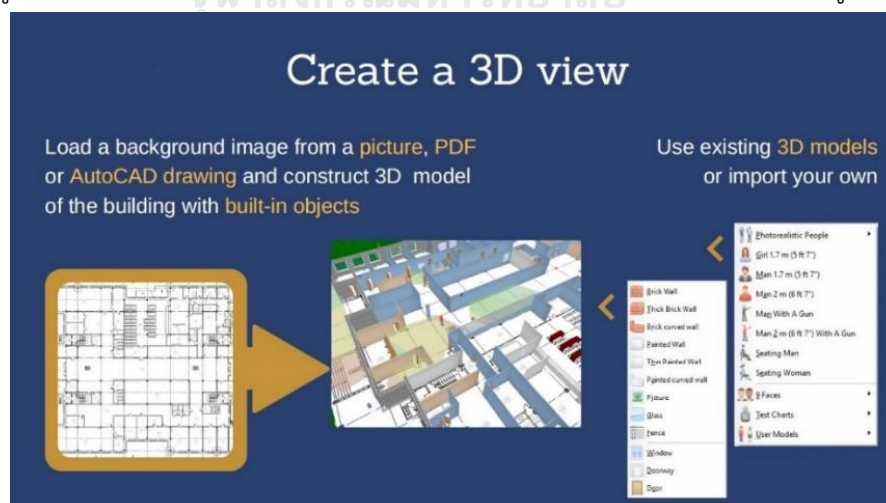
- สามารถเลือกรุ่นของกล้องวงจรปิดที่ต้องการใช้งานในโปรแกรมได้โดยมีให้เลือกมากกว่า 2,000 รุ่น และหากรุ่นที่ต้องการใช้งานไม่ได้ระบุไว้ในลิสต์ดังกล่าวก็สามารถนำเข้าเองโดยระบุคุณสมบัติของกล้องวงจรปิดที่ต้องการใช้งานลงในโปรแกรม ตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 ตัวอย่างฟีเจอร์การเลือกรุ่นของกล้องวงจรปิดที่ต้องการใช้งาน ของโปรแกรม IP Video System Design Tool

(ที่มา : <https://www.jvsg.com/cctv-design-software>)

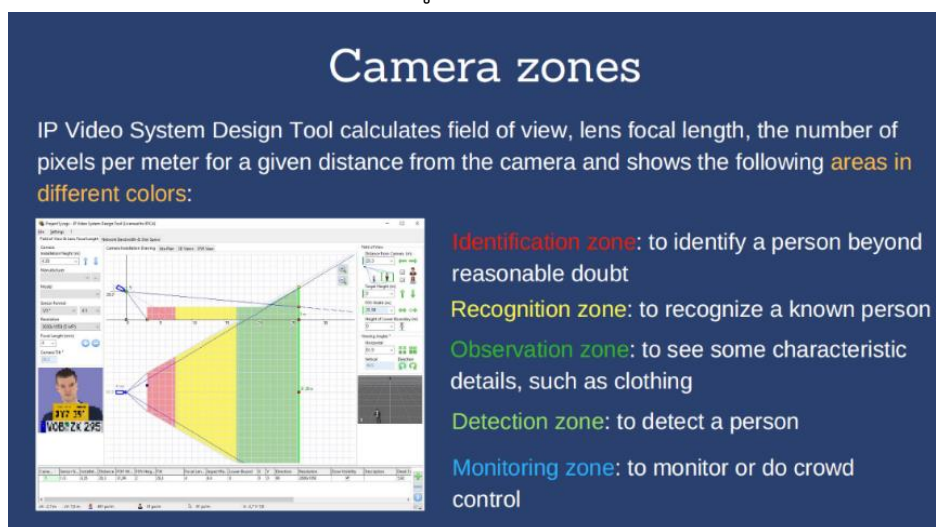
- สามารถสร้างแผนผัง (Layout) ของสถานที่ติดตั้งจริงด้วยการนำเข้รูปจากไฟล์นามสกุล JPEG, PDF หรือ DWG และสามารถสร้างอาคาร สิ่งปลูกสร้าง อุปกรณ์ต่าง ๆ หรือมนุษย์ ในรูปแบบ 3 มิติ ด้วยฟังก์ชัน 3D Models ภายในโปรแกรม ตัวอย่างหน้าต่างดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 ตัวอย่างฟีเจอร์การสร้างแผนผัง (Layout) ของโปรแกรม IP Video System Design Tool

(ที่มา : <https://www.jvsg.com/cctv-design-software>)

- สามารถกำหนดตำแหน่งติดตั้งของกล้องวงจรปิดด้วยการกำหนดพิกัดติดตั้ง ความสูงของกล้อง (Camera's Installation Height) และความเอียงของกล้อง (Camera Tilt) บนแผนผัง (Layout) เพื่อแสดงผลลัพธ์ของขอบเขตการเห็น (Field of View) และจุดบอด (Blind Spots) ของกล้อง ทั้งนี้ขอบเขตการเห็น (Field of View) จะถูกแบ่งออกเป็น 5 โซน ซึ่งจำแนกตามความละเอียดของกล้อง (Pixels per Meter) อ้างอิงจากมาตรฐาน EN 62676-4 : 2015 ตัวอย่างหน้าตาดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 ตัวอย่างพีเจอร์แสดงขอบเขตการเห็นของกล้องวงจรปิดตามมาตรฐาน EN-62676-4 : 2015 ของโปรแกรม IP Video System Design Tool
(ที่มา : <https://www.jvsg.com/cctv-design-software>)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Nutsiri & Chutima, 2015) ได้ศึกษากระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีซึ่งจากเดิมพบว่าบางโครงการนั้นไม่สามารถส่งมอบได้ตามแผนงานที่กำหนดไว้จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) และปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงการตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบเครื่องมือและเทคนิคในการบริหารโครงการระหว่างที่มีอยู่เดิมกับตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK จากนั้นจัดทำ Project Charter ปรับปรุงกระบวนการทำงานและแบบฟอร์มต่าง ๆ จัดทำโครงสร้างจำแนกงาน (WBS) และจัดลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อจัดทำแผนการดำเนินงานและหาเส้นทางวิกฤติด้วย Microsoft Project จากนั้นจึงประเมินความเสี่ยงของกิจกรรมในเส้นทางวิกฤติ จากการดำเนินงานพบว่าโครงการสามารถส่งมอบให้กับเจ้าของพื้นที่จากเดิม 41% ในปี 2556 เป็น 90% ในปี 2557 ภายใต้กรอบของระยะเวลา งบประมาณ และคุณภาพที่กำหนดไว้

(Alwaly & Alawi, 2020) ได้ศึกษาการนำแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างของประเทศเยเมน โดยการทำแบบสอบถามไปยังวิศวกรจาก Social Fund for Development ผลการสำรวจพบว่า Process Group ที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ Closing Process Group รองลงมาคือ Monitoring and Controlling Process Group สำหรับองค์ความรู้ (Knowledge Areas) ที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ Project Quality Management รองลงมาคือ Project Procurement Management ซึ่งกล่าวโดยสรุปนั้นการนำแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างสามารถช่วยสนับสนุนให้สมาชิกโครงการสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(Taghipour, Hoseinpour, Mahboobi, Shabrang, & Lashkarian, 2015) ได้ศึกษาการนำองค์ความรู้ของ Project Risk Management จากแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างโดยเริ่มจากการจัดทำ Risk Identification ด้วยการระดมสมองของสมาชิกโครงการทุกคนเพื่อระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการบริหารโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด จากนั้นจัดทำ Risk Evaluation เพื่อวัดความรุนแรงของความเสี่ยงในแต่ละข้อโดยใช้ Risk Assessment Matrix ในการประเมินความรุนแรง ท้ายสุดคือจัดทำกิจกรรมบรรเทาความเสี่ยงหรือ Risk Mitigation Activities เพื่อลดความน่าจะเป็นในการเกิดความเสี่ยงนั้นๆ ขึ้นระหว่างการดำเนินงาน

(Sharma & Pathak, 2015) ได้ศึกษาการนำโปรแกรม Microsoft Project ในการบริหารโครงการก่อสร้าง จากการดำเนินโครงการพบว่าในช่วงแรกนั้นไม่สามารถส่งมอบโครงการได้ตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งจากการใช้โปรแกรมดังกล่าวนั้น สามารถวิเคราะห์ได้ว่าสาเหตุของปัญหาจากการขาดกำลังคนงานก่อสร้าง ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ใหม่ด้วยโปรแกรมดังกล่าวโดยกำหนดกำลังคนงานก่อสร้างใหม่ให้สอดคล้องกับสภาพหน้างานและเป็นไปตามข้อจัดต่าง ๆ จากการใช้งานโปรแกรมดังกล่าวนี้พบว่าผู้จัดการโครงการสามารถติดตามและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการบริหารโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(Kaur, 2018) ได้กล่าวว่าโปรแกรม Trello เป็น Web-based program เพื่อใช้ในการบริหารโครงการซึ่งเป็นที่นิยมทั่วโลก เริ่มจากการสร้าง board เพื่อสร้างโปรเจ็คและใช้ list and system ของโปรแกรมในการบริหารโครงการ ทั้งนี้สามารถยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการบริหารโครงการเช่น บรรณารักษ์ทางการแพทย์ (Hospital Librarians) นั้นสามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวในการติดตามสถานะของงาน ซึ่งข้อดีคือสามารถทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถรับรู้สถานะของงานต่าง ๆ ได้อย่างเรียลไทม์ และช่วยลดข้อผิดพลาดในการดำเนินการต่าง ๆ ลงได้

(สุเวท สอนเวียง, 2560) ได้ศึกษาการนำโปรแกรม Trello มาใช้ในการบริหารงานก่อสร้าง เสาส่งสัญญาณโทรคมนาคม โดยเปรียบเทียบกับแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องจำนวน 4

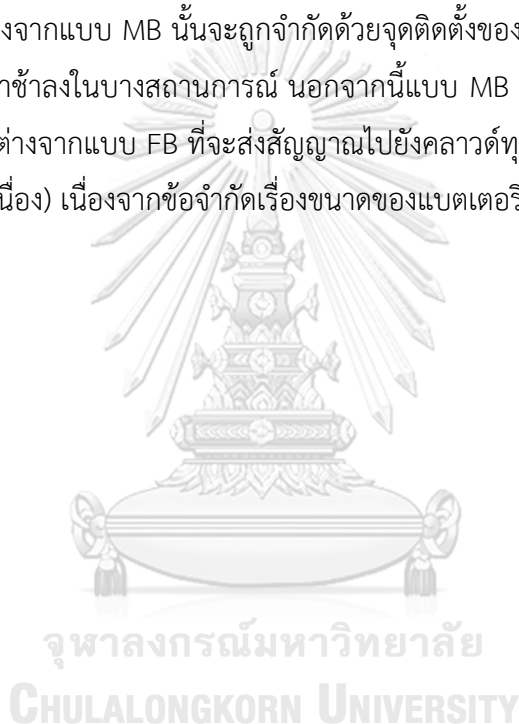
แอปพลิเคชัน พบว่าแอปพลิเคชัน Taskworld มีคุณสมบัติในการบริหารโครงการสูงที่สุดแต่สามารถทดลองใช้งานแอปพลิเคชันได้เพียง 15 วันเท่านั้น สำหรับการใช้งานหลังจากนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายตามเงื่อนไขการใช้งานต่อไป เมื่อเปรียบเทียบกับแอปพลิเคชัน Trello แล้วพบว่าแอปพลิเคชันดังกล่าวสามารถใช้งานได้ฟรีและมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับงานนี้ และจากผลการศึกษาพบว่าการค้นหาข้อมูลเก่ามีความสะดวกรวดเร็ว ไม่เปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์เนื่องจากจัดเก็บบน Cloud แทน ซึ่งสามารถลดปริมาณของการใช้กระดาษลง ลดพื้นที่ในการจัดเก็บเอกสารซึ่งมีโอกาสูญหายในเวลาต่อมา ด้านการสื่อสารนั้นสามารถโต้ตอบแบบเรียลไทม์ซึ่งลดความผิดพลาดในการสื่อสารได้ และสามารถรายงานความก้าวหน้าของงาน ตรวจสอบคุณภาพของงานโดยการแนบไฟล์ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นหลักฐานโดยผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถแสดงความคิดเห็นลงในการ์ดได้ ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนการแก้ไขงานลดลง และสามารถส่งมอบงานได้ตามกรอบเวลาที่กำหนด

(Leung, Mak, & Lee, 2008) ได้ศึกษาการนำโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างจริงทั้งหมด 2 ไซต์ จากการดำเนินงานพบว่าการใช้โทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทำให้สมาชิกโครงการสามารถติดตามและควบคุมโครงการระยะไกลได้แบบเรียลไทม์ โดยสามารถบันทึกรูปภาพหรือวิดีโอที่ถ่ายได้จากไซต์งานก่อสร้างมาใช้ประกอบการประชุมติดตามความก้าวหน้าของโครงการได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของงานก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่อง โดยหากพบความผิดพลาดใด ๆ นั้น เจ้าของโครงการสามารถแจ้งไปยังผู้รับเหมาให้ดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว

(สุขจิตร ฉัตรโพธิ์, 2557) ได้ศึกษาการนำโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง (Construction) เพื่อบริหารโครงการ โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์จากบริษัทที่ใช้โทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในโครงการก่อสร้างภายในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 6 บริษัท จากการศึกษาพบว่าสามารถนำโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) มาใช้ในการจัดการโครงการได้ทั้ง 3 ด้านคือ ด้านเวลา ด้านต้นทุน และด้านคุณภาพ โดยสามารถใช้ในการตรวจสอบการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงาน และเครื่องจักรว่าได้ดำเนินการตามเวลาที่กำหนดหรือไม่ ใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการเปรียบเทียบกับแผนที่วางไว้ซึ่งหากไม่เป็นไปตามแผนจะได้ดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้สามารถส่งมอบงานได้ทันเวลา ใช้ในการตรวจสอบเวลาเข้า-ออกของพนักงาน ใช้ในการตรวจสอบ หรือเฝ้าระวังบุคคลภายนอกที่เข้าพื้นที่ก่อสร้างเนื่องจากมีทรัพย์สินต่าง ๆ อยู่ภายในพื้นที่ และใช้ในการติดต่อประสานงานระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ข้อมูลจากโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในการประชุมทางไกลเพื่อรายงานความก้าวหน้าหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมายังพื้นที่ก่อสร้างได้

(Dror, Zhao, Sacks, & Seppänen, 2019) ได้ศึกษาการนำ Bluetooth Beacon มาใช้ในการติดตามทรัพยากรได้แก่ กำลังคน วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ โดย

เปรียบเทียบระหว่างแบบ Fixed Beacons – Mobile Gateways Prototype (FB) ซึ่งหมายถึงการติดตั้ง Bluetooth Beacon ตามตำแหน่งต่าง ๆ ของไซต์ก่อสร้างโดยจะต้องใช้มือถือของแต่ละคนเป็น Gateway เพื่อรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์และเชื่อมต่อกับคลาวด์ และแบบ Mobile Beacons – Fixed Gateways Prototype (MB) ซึ่งหมายถึงการนำ Bluetooth Beacon ซึ่งอาจใช้เป็นรูปแบบบัตรพร้อมสายคล้องคอห้อยไว้ หรือรูปแบบ Tag เพื่อแนบติดกับวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ต้องการติดตาม โดยจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ Gateway ตามตำแหน่งต่าง ๆ ของไซต์ก่อสร้างเพื่อรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์และเชื่อมต่อกับคลาวด์ จากผลการศึกษาพบว่าแบบ FB จะใช้งบประมาณในการติดตั้งต่ำกว่าเนื่องจากราคาของ Bluetooth Beacon ถูกกว่า Gateway และสัญญาณมีความแม่นยำและครอบคลุมสูงกว่า เนื่องจากแบบ MB นั้นจะถูกจำกัดด้วยจุดติดตั้งของ Gateway ที่ติดอยู่กับที่ซึ่งอาจทำให้การรับ-ส่งสัญญาณช้าลงในบางสถานการณ์ นอกจากนี้แบบ MB จะสามารถติดตามทรัพยากรได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างจากแบบ FB ที่จะส่งสัญญาณไปยังคลาวด์ทุก ๆ 5 นาที (ไม่สามารถติดตามทรัพยากรได้อย่างต่อเนื่อง) เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องขนาดของแบตเตอรี่มือถือที่มีจำกัด



บทที่ 3

การศึกษาระบบปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้าง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวที่อยู่ระหว่างการดำเนินการ โดยจะแสดงตัวอย่างการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวที่ตั้งอยู่ ณ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ซึ่งดำเนินการโดยบริษัทกรีนศึกษา

3.1 ขอบเขตการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว

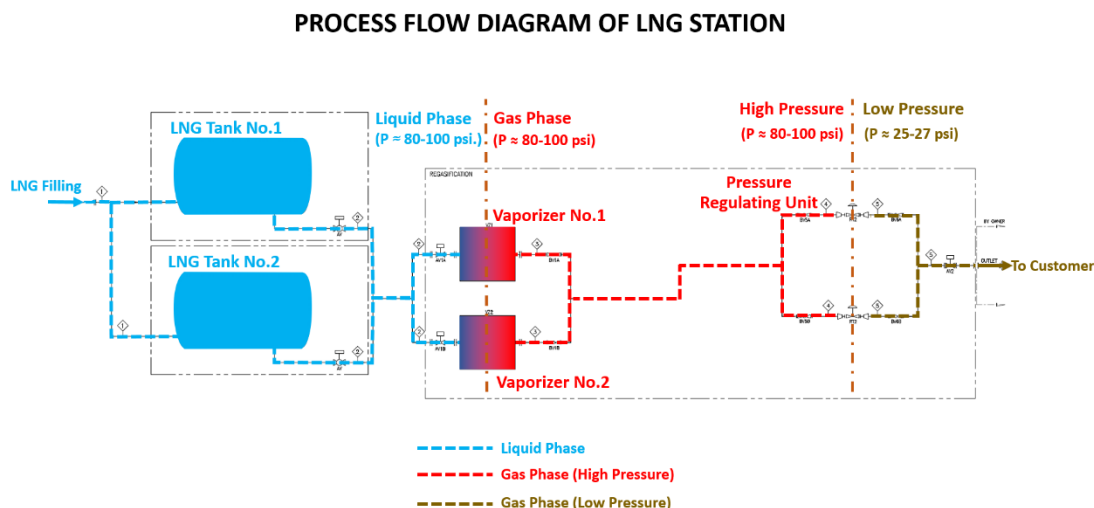
สำหรับขอบเขตการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวโดยบริษัทกรีนศึกษา ในฐานะผู้ให้บริการ และลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมในฐานะผู้รับบริการ จะมีการระบุไว้ในสัญญาซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 สรุปขอบเขตการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว

ขอบเขตงานของบริษัทกรีนศึกษา	ขอบเขตงานของลูกค้า
1. จัดทำข้อกำหนดขอบเขตงาน (TOR) เพื่อจัดหาผู้รับจ้าง 2. ทบทวนและอนุมัติแบบรายละเอียดทางวิศวกรรม 3. ติดตามการจัดหาอุปกรณ์ย่อยของสถานีฯ 4. ติดตามการจัดหาอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ได้แก่ LNG Tank จำนวน 2 ชุด, Vaporizer จำนวน 2 ชุด และ Pressure Regulating Unit จำนวน 1 ชุด 5. ควบคุมงานติดตั้งอุปกรณ์และระบบของสถานีฯ 6. ควบคุมงานทดสอบและตรวจสอบการทำงานของสถานีฯ จัดทำ Final Document จัดอบรม O&M และส่งมอบงานให้กับแผนกบำรุงรักษา	1. ดำเนินการก่อสร้างงานโยธาซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ 1.1 งานก่อสร้างฐานรากเพื่อรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้ง ณ สถานีฯ 1.2 งานก่อสร้างกำแพงกันเชื้อเพลิง (Bund Wall) เพื่อจำกัดพื้นที่กรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) 2. ดำเนินการยื่นขออนุญาตกับหน่วยงานราชการ 3. ประสานงานพื้นที่เพื่ออำนวยความสะดวกระหว่างการก่อสร้าง

3.2 หลักการทำงานของสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว

สำหรับหลักการทำงานของสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวนั้นสามารถแสดงดังรูปที่ 22

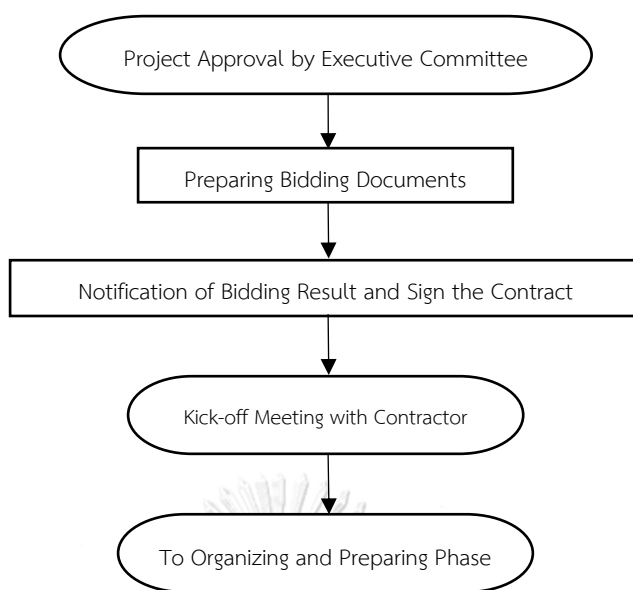


รูปที่ 22 แผนผังกระบวนการทำงานของสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว

จากรูปที่ 22 เริ่มต้นจากรถขนส่งก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG Truck) ซึ่งบรรจุก๊าซธรรมชาติเหลวตามปริมาณที่กำหนดไว้ ดำเนินการจ่ายก๊าซฯ ไปจัดเก็บที่ LNG Tank No.1&2 ด้วยความดันประมาณ 80-100 psi. จากนั้นเมื่อลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมมีความต้องการใช้งานซึ่งในกรณีนี้ลูกค้าต้องการใช้ก๊าซฯ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสี ก็จะไปปล่อยก๊าซฯ จาก LNG Tank No.1&2 ไหลผ่านท่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพก๊าซธรรมชาติจากของเหลวเป็นก๊าซ (Regasification Process) ด้วย Vaporizer No.1&2 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) กับก๊าซฯ เพื่อแปลงสถานะของก๊าซฯ จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการลดความดันของก๊าซฯ ลงด้วยการใช้ Pressure Regulator ซึ่งติดตั้งอยู่ภายใน Pressure Regulating Unit โดยจะปรับลดความดันของก๊าซฯ ลงตามลักษณะการใช้งานของลูกค้าซึ่งอยู่ที่ 25-27 psi. ท้ายสุดก๊าซฯ ที่ได้ก็จะไหลผ่านท่อเข้าสู่เครื่องจักรเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป

3.3 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน

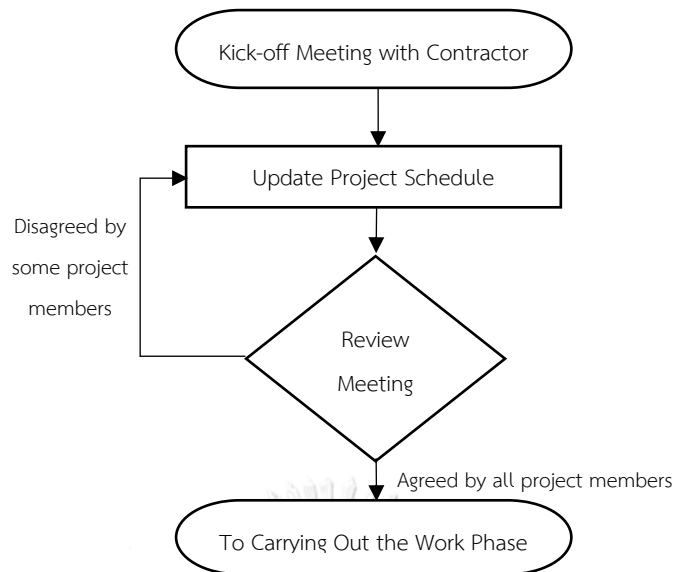
กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว โดยแผนกวิศวกรรมโครงการในปัจจุบัน สามารถจำแนกวงจรชีวิตของโครงการออกเป็น 4 ช่วงตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK โดยช่วงแรกคือการเริ่มต้นโครงการ (Starting the Project) รายละเอียดเป็นไปตามรูปที่ 23



รูปที่ 23 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการเริ่มต้นโครงการในปัจจุบัน

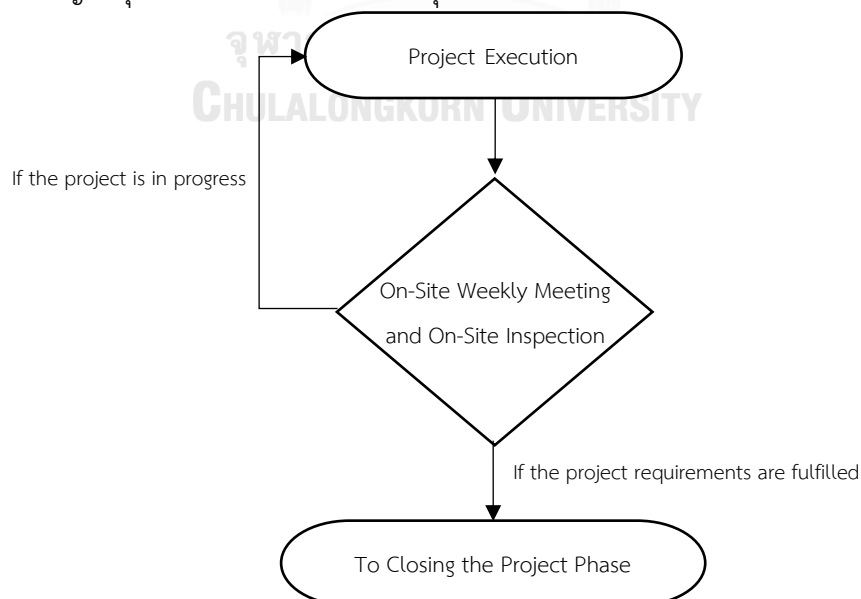
จากรูปที่ 23 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างเริ่มจากการอนุมัติความเห็นชอบในการลงทุนโดยที่ประชุมของคณะผู้บริหารของสายงาน ซึ่งจะเน้นในเรื่องของความคุ้มค่าในการลงทุนด้านการเงินและงบประมาณเป็นหลัก แต่ยังคงขาดในเรื่องของการกำหนดการส่งมอบงานในแต่ละงวดงานที่ชัดเจน ขาดตัวชี้วัดของโครงการ และขาดการกำหนดโครงสร้างและหน้าที่ของบุคลากรของโครงการ ซึ่งอาจส่งผลให้การดำเนินโครงการจริงพบอุปสรรคปัญหาได้เนื่องจากการพิจารณาที่ไม่ครอบคลุมทุกมิติ ถัดมาแผนวิศวกรรมโครงการจะจัดทำเอกสารประมูลเพื่อหาผู้รับจ้าง จากนั้นจะดำเนินการลงนามสัญญาก่อสร้างระหว่างบริษัทกรณีศึกษากับผู้รับเหมา จากนั้นจะจัดประชุม Kick-off เพื่อแนะนำทีมงานที่เกี่ยวข้อง กำหนดแนวทางการดำเนินโครงการ กำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสาร ถามตอบ ประเด็นข้อสงสัย และหารือแผนระยะเวลาเวลาโครงการเบื้องต้น เพื่อเตรียมเริ่มโครงการต่อไป

สำหรับช่วงที่สองคือการเตรียมการ (Organizing and Preparing) รายละเอียดเป็นไปตามรูปที่ 24 โดยภายหลังจากการประชุม Kick-off ผู้รับเหมาจะดำเนินการอัปเดตแผนระยะเวลาโครงการเพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขต่าง ๆ และจัดการประชุมเพื่อให้เจ้าของโครงการตรวจสอบแผนดังกล่าว หากสมาชิกทั้งหมดเห็นชอบก็จะใช้แผนนี้เป็นบรรทัดฐาน (Baseline) ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการตลอดทั้งโครงการ ทั้งนี้การกำหนดแผนระยะเวลาโครงการในปัจจุบันมีการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งไม่สามารถทราบถึงเส้นทางวิกฤติ (Critical Path) ได้ จึงทำให้ไม่สามารถจัดอันดับความสำคัญในการติดตามความก้าวหน้าหรือเร่งรัดงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



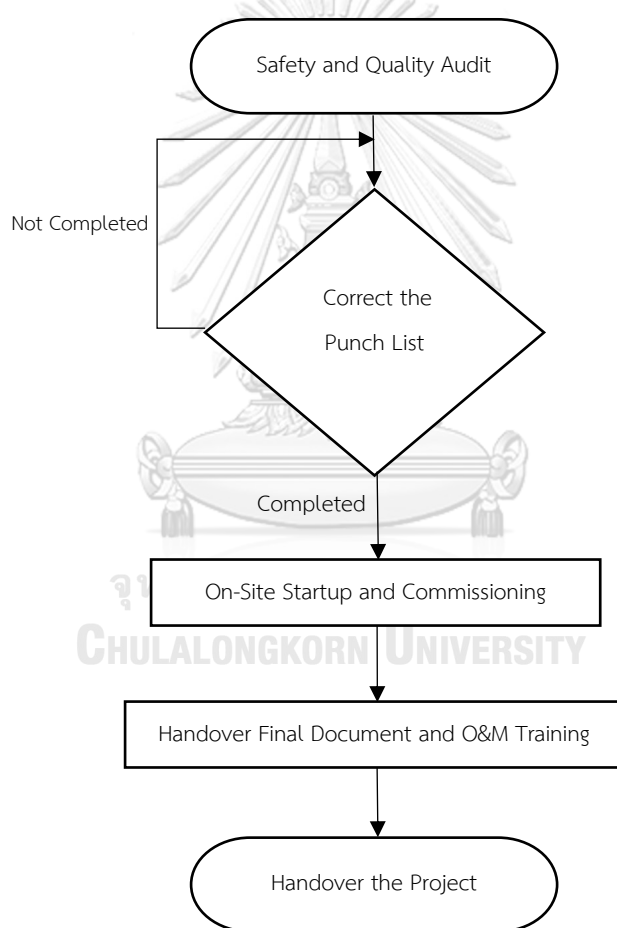
รูปที่ 24 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการเตรียมการในปัจจุบัน

สำหรับช่วงที่สามคือการดำเนินงาน (Carrying the Work) รายละเอียดเป็นไปตามรูปที่ 25 โดยระหว่างการดำเนินงานจะมีการจัดประชุมรายสัปดาห์ระหว่างเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาซึ่งรวมถึงตัวแทนของผู้รับเหมารายย่อย เพื่อนำเสนอความก้าวหน้าของโครงการ ถามตอบประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ รวมถึงการเข้าตรวจสอบเฉพาะกิจกรรมสำคัญเช่น งานทดสอบระบบฯ งานติดตามการแก้ไขอุปสรรคปัญหา ณ ไซต์งานก่อสร้าง โดยจากที่กล่าวข้างต้นนั้นเจ้าของโครงการไม่สามารถติดตามความก้าวหน้าได้แบบเรียลไทม์หรือขาดความต่อเนื่องในเรื่องของการตรวจสอบความก้าวหน้า การแก้ไขอุปสรรค และการตรวจสอบคุณภาพของงาน ซึ่งอาจส่งผลให้งานเกิดความล่าช้าได้



รูปที่ 25 กระบวนการบริหารโครงการของช่วงการดำเนินงานในปัจจุบัน

สำหรับช่วงสุดท้ายคือการปิดโครงการ (Ending the Project) รายละเอียดเป็นไปตามรูปที่ 26 โดยภายหลังจากการก่อสร้างที่ดำเนินการแล้วเสร็จตามขอบเขตงาน ก็จะดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของงานก่อสร้างโดยแผนกภายในของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นจะได้รับหนังสือบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) เพื่อแจ้งให้ดำเนินการแก้ไขก่อนการจ่ายค่าฯ ซึ่งปัญหาของเอกสารดังกล่าวนี้ต้องใช้ระยะเวลาในการจัดทำ อีกทั้งไม่มีการระบุวันสิ้นสุดในการแก้ไขที่ชัดเจน จึงอาจส่งผลให้ผู้รับเหมาดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องได้ช้า ซึ่งท้ายสุดอาจทำให้การส่งมอบงานล่าช้าตามไปด้วย หลังการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ก็จะดำเนินการ Startup and Commissioning นำส่งเอกสารส่งมอบ (Final Document) และจัดอบรม Operation & Maintenance (O&M) ณ ไซต์งานก่อสร้าง เพื่อส่งมอบโครงการให้กับแผนกบำรุงรักษาต่อไป



รูปที่ 26 กระบวนการบริหารโครงการช่วงปิดโครงการในปัจจุบัน

3.4 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้าง

3.4.1 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาและค้นหาแนวทางการปรับปรุงด้วยเครื่องมือ

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

อ้างอิงจากการวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาเรื่องบริษัท กรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกจ้างงาน อุตสาหกรรม โดยการระดมความคิด (Brainstorming) จากวิศวกรของแผนกวิศวกรรมโครงการทุกคนในบทที่ 1 นั้น พบว่ามี Failure Mode ทั้งหมด 21 ข้อ ซึ่งแต่ละหัวข้อก็จะมีความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence) อ้างอิงจากข้อมูลในอดีตที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้การจัดการความเสี่ยงของปัญหาทั้งหมดจะเลือกใช้เครื่องมือ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาและค้นหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นซ้ำ

จากข้อมูล Failure Mode และความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence) จะนำมาประเมินระดับความรุนแรงเมื่อปัญหานั้นเกิดขึ้น (Severity) และประเมินโอกาสในการตรวจพบปัญหา ก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อกำหนดการจ่ายก๊าซฯ (Detection) ด้วยการระดมความคิด (Brainstorming) จากวิศวกรของแผนกวิศวกรรมโครงการทุกคน ตามเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของทั้ง 3 ส่วนรายละเอียดดังตารางที่ 17 18 และ 19 ตามลำดับ ตารางที่ 17 เกณฑ์การระบุระดับความรุนแรงเมื่อปัญหานั้นเกิดขึ้น (Severity)

ความรุนแรง (Severity)	ระดับ
ไม่ส่งผลกระทบต่อกำหนดการจ่ายก๊าซฯ	1
ความน่าจะเป็นในการจ่ายก๊าซฯ ล่าช้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5	2
ความน่าจะเป็นในการจ่ายก๊าซฯ ล่าช้ามากกว่า 0.5	3
ส่งผลกระทบต่อโครงการจ่ายก๊าซฯ ล่าช้าได้อย่างแน่นอน	4

ตารางที่ 18 เกณฑ์การระบุระดับความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence)

ความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence)	ระดับ
เคยเกิดขึ้นแล้วจำนวน 1 โครงการ	1
เคยเกิดขึ้นแล้วจำนวน 2 โครงการ	2
เคยเกิดขึ้นแล้วจำนวน 3 โครงการ	3
เคยเกิดขึ้นแล้วจำนวน 4 โครงการ	4

ตารางที่ 19 เกณฑ์การระบุระดับความสามารถในการตรวจพบปัญหา (Detection)

ความสามารถในการตรวจพบปัญหา (Detection)	ระดับ
สามารถตรวจพบปัญหาได้อย่างแน่นอน	1
ความน่าจะเป็นในการตรวจพบปัญหามากกว่า 0.5	2
ความน่าจะเป็นในการตรวจพบปัญหาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5	3
ไม่สามารถตรวจสอบปัญหาได้	4

จากรการประเมินความเสี่ยงของทั้ง 3 ส่วนแล้วเสร็จ ก็ให้นำค่าที่ได้ในแต่ละหัวข้อมา คำนวณหาค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงหรือ Risk Priority Number (RPN) ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$RPN = S \times O \times D$$

เมื่อ S = ระดับความรุนแรงเมื่อปัญหานั้นเกิดขึ้น (Severity)

O = ระบุระดับความถี่ของปัญหาที่เคยเกิดขึ้น (Occurrence)

D = ระดับความสามารถในการตรวจพบปัญหา (Detection)

ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 20

มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 FMEA การวิเคราะห์ความเสี่ยงและแนวทางการปรับปรุง Failure Mode

Failure Mode	Effect	S	O	D	R P N	แนวทางการปรับปรุง				
						องค์ความรู้ของ PMBOK ที่ เกี่ยวข้อง	กระบวนการ ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	เครื่องมือ และเทคนิค ของ PMBOK ที่นำมาใช้	สิ่งที่ส่งมอบ (Deliverable)	
1. มีการเปลี่ยนแปลงงาน (Change Order) จากเจ้าของโครงการ	บริษัท กรณีศึกษา ไม่สามารถ	4	1	3	12	Project Integration Management	การจัดทำกฎบัตรโครงการ	การรวบรวมข้อมูล	การจัดทำกฎบัตรโครงการ โดยระบุถึงข้อมูลที่สำคัญเช่น ขอบเขตงานที่ชัดเจน เพื่อชี้แจงผู้ที่เกี่ยวข้อง	
2. ขาดความพร้อมในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตามและควบคุมงาน		3	4	1	12	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์บริหารโครงการ และเทคโนโลยี IoT ในการติดตามและควบคุมงาน	
3. การจัดทำเอกสารโครงการโดยผู้รับเหมาไม่ครบถ้วนและมีความล่าช้า		บริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซได้ตามแผนงาน	3	3	2	18	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การจัดทำ Master Deliverable Register (MDR) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามเอกสารโครงการ
4. การอนุมัติเอกสารโครงการโดยเจ้าของโครงการล่าช้า		ของลูกค้า	3	3	2	18	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Sitearound ในการตรวจสอบและอนุมัติเอกสารโครงการ
5. อุปกรณ์หลักของสถานีฯ ไม่สามารถติดตั้งตามแผนที่กำหนด			4	1	3	12	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การจัดทำ Procurement Plan เพื่อติดตามแผนการสั่งซื้อ และประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ด้วย Bluetooth Beacon เพื่อตรวจสอบวันเข้าติดตั้งจริง

Failure Mode	Effect	S	O	D	R P N	แนวทางการปรับปรุง				
						องค์ความรู้ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	กระบวนการของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	เครื่องมือและเทคนิคของ PMBOK ที่นำมาใช้	สิ่งที่ส่งมอบ (Deliverable)	
6. การติดตามความก้าวหน้าของโครงการขาดความต่อเนื่อง	บริษัท กรณีศึกษา	3	4	3	36	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในส่วนขอซอฟต์แวร์บริหารโครงการ และเทคโนโลยี IoT ในการติดตามและควบคุมงานแบบเรียลไทม์	
7. เจ้าของโครงการอนุมัติเบิกจ่ายงวดงานล่าช้า		2	2	1	4	Project Integration Management	การกำกับและบริหารงานโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการตรวจรับงวดงานและใช้เป็นหลักฐานในการเบิกจ่ายเงิน	
8. การรายงานความก้าวหน้าขาดประสิทธิภาพ		ไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซได้ตามแผนงานของลูกค้า	3	1	2	6	Project Integration Management	การติดตามและการควบคุมงานโครงการ	การประชุมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	การจัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ โดยมีการใช้ข้อมูลจากการแสดงผลของเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการบริหารโครงการร่วมด้วย
9. การแก้ไขบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) โดยผู้รับเหมาล่าช้า		3	2	1	6	Project Integration Management	การปิดโครงการ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการติดตามและตรวจสอบการแก้ไขบัญชีรายการงานเก็บ	
10. การกำหนดกิจกรรมไม่เหมาะสม		3	2	3	18	Project Schedule Management	การกำหนดกิจกรรม	การใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ	การจัดทำรายการกิจกรรมที่มีรายละเอียดครบถ้วน	
11. การจัดลำดับก่อน-หลังกิจกรรมไม่เหมาะสม		3	2	3	18	Project Schedule Management	การจัดลำดับขั้นตอนกิจกรรม	วิธีแผนภูมิลำดับก่อนหลัง	การจัดทำแผนภูมิโครงข่ายตารางการดำเนินงานโครงการ (Project Schedule Network Diagram)	

Failure Mode	Effect	S	O	D	R P N	แนวทางการปรับปรุง			
						องค์ความรู้ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	กระบวนการของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	เครื่องมือและเทคนิคของ PMBOK ที่นำมาใช้	สิ่งที่ส่งมอบ (Deliverable)
12. การประมาณระยะเวลาของกิจกรรมไม่เหมาะสม	บริษัท กรณีศึกษา ไม่สามารถ บริหาร	3	2	3	18	Project Schedule Management	การประมาณการระยะเวลาที่ใช้ทำกิจกรรม	เทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง	การประมาณการระยะเวลาของกิจกรรมที่แม่นยำและเชื่อถือได้
13. การจัดทำแผนระยะเวลาโครงการไม่เหมาะสม		3	2	3	18	Project Schedule Management	การจัดทำแผนระยะเวลาการทำงาน	วิเคราะห์โครงข่ายแผนเวลาทำงาน, วิธีสายงานวิฤติ และระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การจัดทำแผนระยะเวลาโครงการเพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ ด้วยโปรแกรม Microsoft Project และแสดงผลในโปรแกรม Sitearound
14. เกณฑ์การวัดคุณภาพงานระหว่างเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมาไม่ตรงกัน		3	3	2	18	Project Quality Management	การวางแผนการบริหารคุณภาพ	การรวบรวมข้อมูลโดยการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญ	การจัดทำแผนการบริหารคุณภาพเพื่อใช้ควบคุมคุณภาพของงานในแต่ละกิจกรรม
15. ทักษะของผู้รับเหมาหลักที่ควบคุมงานไม่เพียงพอ		3	1	2	6	Project Quality Management	การควบคุมคุณภาพ	วิเคราะห์ข้อมูลและระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการตรวจสอบคุณภาพ
16. เจ้าของโครงการตรวจรับงานผิดพลาด		3	1	2	6	Project Quality Management	การควบคุมคุณภาพ	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการตรวจสอบคุณภาพ

Failure Mode	Effect	S	O	D	R P N	แนวทางการปรับปรุง			
						องค์ความรู้ของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	กระบวนการของ PMBOK ที่เกี่ยวข้อง	เครื่องมือและเทคนิคของ PMBOK ที่นำมาใช้	สิ่งที่ส่งมอบ (Deliverable)
17. การควบคุมคุณภาพงานของผู้รับเหมารายย่อยขาดประสิทธิภาพ	บริษัท	2	2	3	12	Project Quality Management	การควบคุมคุณภาพ	วิเคราะห์ข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการตรวจสอบคุณภาพ
18. เจ้าของโครงการควบคุมคุณภาพงานไม่ทั่วถึง	กรณีศึกษาไม่สามารถบริหารโครงการก่อสร้างเพื่อจ่ายก๊าซได้ตาม	3	4	1	12	Project Quality Management	การควบคุมคุณภาพ	วิเคราะห์ข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Trello ในการตรวจสอบคุณภาพ
19. การวางแผนความต้องการกำลังคนขาดประสิทธิภาพ	แผนงานของลูกค้า	3	3	3	27	Project Resource Management	การประมาณทรัพยากรที่ใช้ในการทำกิจกรรม	เทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง	การจัดทำ Manpower Histogram เพื่อแสดงแผนความต้องการกำลังคน
20. การติดตามและควบคุมกำลังคนขาดประสิทธิภาพ		3	3	3	27	Project Resource Management	การควบคุมทรัพยากร	ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ด้วย Bluetooth Beacon เพื่อติดตามกำลังคนที่ใช้งานจริง
21. การประเมินความเสี่ยงของโครงการขาดประสิทธิภาพ		2	3	3	18	Project Risk Management	การวางแผนบริหารความเสี่ยง	การใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ	การจัดทำแผนบริหารความเสี่ยงจากกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤติ

จากตารางที่ 20 เมื่อนำค่า RPN ของแต่ละ Failure Mode มาเรียงลำดับสูงสุด 3 ลำดับแรก จะพบว่าอันดับแรกคือ การติดตามความก้าวหน้าของโครงการขาดความต่อเนื่อง โดยมีค่า RPN อยู่ที่ 36 อันดับที่สองคือ การวางแผนความต้องการกำลังคน การติดตามและควบคุมกำลังคนขาดประสิทธิภาพ โดยมีค่า RPN อยู่ที่ 27 และอันดับที่สามคือ การจัดทำเอกสารโครงการโดยผู้รับเหมาไม่ครบถ้วนและล่าช้าซึ่งรวมถึงการอนุมัติเอกสารโดยเจ้าของโครงการล่าช้า การกำหนดรายละเอียดต่าง

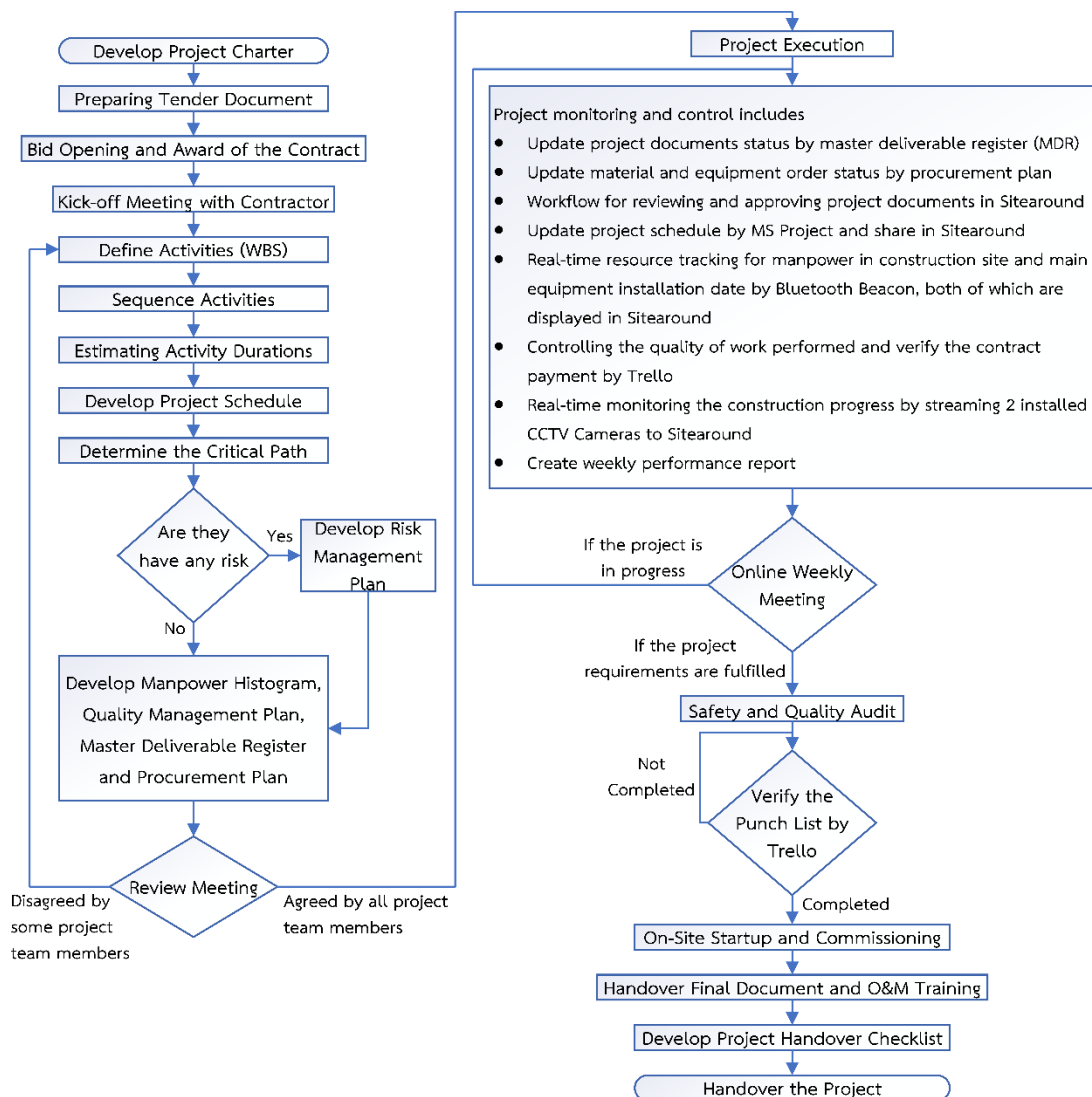
ๆ เพื่อจัดทำแผนงานระยะเวลาโครงการไม่เหมาะสม เกณฑ์การวัดคุณภาพงานไม่ตรงกัน และการประเมินความเสี่ยงของโครงการขาดประสิทธิภาพ โดยมีค่า RPN อยู่ที่ 18

จากข้อมูลดังกล่าวหากเลือกแก้ไขปรับปรุงเพียง 3 ลำดับแรกก็อาจจะยังไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารโครงการก่อสร้างที่ต้องการให้สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานของลูกค้าเนื่องจากการเลือกแก้ไขปัญหาเพียงบางส่วน เพื่อเพิ่มโอกาสในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารโครงการก่อสร้างให้ได้มากที่สุด จึงเลือกดำเนินการแก้ไขปรับปรุงทั้งหมด 21 หัวข้อ

3.4.2 การปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้าง

จากการค้นหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างด้วยเครื่องมือ FMEA ทั้งหมด 21 หัวข้อ พบว่ามีองค์ความรู้ของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5 ด้าน ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสมต่าง ๆ ในการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือสิ่งที่ส่งมอบ (Deliverable) ตามที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้การบริหารโครงการสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ จึงได้ปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างใหม่โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคในการปรับปรุงซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นไปที่เรื่องการติดตามและควบคุมงานด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์การบริหารโครงการซึ่งประกอบไปด้วย 1. โปรแกรม Microsoft Project 2. โปรแกรม Trello และ 3. โปรแกรม Sitaround และระบบ IoT โดยใช้เซ็นเซอร์ที่ประกอบไปด้วย 1. กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) และ 2. Bluetooth Beacon ทั้งนี้สามารถแสดงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างภายหลังการปรับปรุง ได้ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างภายหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 27 กระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างหลังการปรับปรุงนั้น สามารถแบ่งวงจรชีวิตการบริหารโครงการออกเป็น 4 ช่วงตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK โดยช่วงแรกคือการเริ่มต้นโครงการ (Starting the Project) เริ่มจากภายหลังการผ่านการอนุมัติความเห็นชอบในการลงทุนโครงการโดยที่ประชุมของคณะผู้บริหารของสายงานแล้ว จะดำเนินการจัดทำกฎบัตรโครงการ (Project Charter) เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องของโครงการให้รับทราบร่วมกันอย่างเป็นทางการถึงรายละเอียดของโครงการ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องของโครงการรับทราบข้อมูลของโครงการและสามารถหารือร่วมกันถึงอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น ข้อจำกัดและความต้องการด้านทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้ผู้สนับสนุนโครงการ (Project Sponsor) สามารถสนับสนุนโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด หลังจากผ่านการอนุมัติการจัดทำกฎบัตรโครงการ (Project Charter) แล้ว จะจัดทำเอกสารประกวดราคาเพื่อหาผู้รับจ้าง และจัดทำสัญญา

จ้างร่วมกัน จากนั้นจะดำเนินการจัดประชุม Kick-off โดยมีสมาชิกโครงการซึ่งประกอบไปด้วยฝั่งเจ้าของโครงการและฝั่งผู้รับเหมา เพื่อแนะนำทีมงานที่เกี่ยวข้อง ชี้แจงขอบเขตงาน ข้อจำกัดต่าง ๆ กำหนดแนวทางการดำเนินโครงการ กำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสาร ถามตอบประเด็นข้อสงสัย และแจ้งกำหนดการของจุดตรวจสอบงาน (Project Milestone) ในแต่ละช่วงของโครงการเพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถจัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ให้เพียงพอต่อความต้องการ

ช่วงที่สองคือการเตรียมการ (Organizing and Preparing) ภายหลังจากการประชุม Kick-off จึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาบูรณาการร่วมกัน โดยเริ่มจากการกำหนดกิจกรรม (Define Activities) โดยแบ่งกิจกรรมตามลักษณะการทำงาน เพื่อจัดทำโครงสร้างการแบ่งงาน (Work Breakdown Structure : WBS) จากนั้นทำการเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมด้วยวิธีแผนภูมิลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram Method : PDM) ซึ่งแสดงในรูปแบบแผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram) และกำหนดระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมด้วยเทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง (Analogous Estimating) ซึ่งเป็นวิธีการเทียบเคียงระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมโดยใช้ข้อมูลที่เคยก่อสร้างจริงในอดีตซึ่งมีลักษณะของกิจกรรมที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นจัดทำแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ด้วยโปรแกรม Microsoft Project โดยแสดงแผนงานรูปแบบ Gantt Chart และแสดงเส้นทางวิกฤติ (Critical Path) ของโครงการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่ากิจกรรมใดบ้างของโครงการที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะหากกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤตินั้นเกิดความล่าช้า ก็จะส่งผลให้กำหนดการส่งมอบของโครงการเกิดความล่าช้าตามไปด้วย จากนั้นหากกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤติใด ๆ ก็ตามมีโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดความล่าช้าได้ ก็จะจัดทำแผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) เพื่อลดโอกาสในการเกิดความเสี่ยงต่าง ๆ ลง จากนั้นจะจัดทำ Manpower Histogram เพื่อวางแผนอัตรากำลังคนที่จะใช้ในการก่อสร้าง ณ ไซต์งานก่อสร้างให้เพียงพอและสอดคล้องกับระยะเวลาของแผนงานที่กำหนด จัดทำแผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan) ของโครงการเพื่อกำหนดว่ากิจกรรมใดบ้างที่จะต้องควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดของงาน มาตรฐาน หรือคุณลักษณะเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ตามเอกสารข้อกำหนดขอบเขตงาน (TOR) จัดทำ Master Deliverable Register (MDR) เพื่อใช้ในการติดตามสถานะเอกสารโครงการทั้งหมดจากผู้รับเหมาเช่น แบบก่อสร้าง (Construction Drawing) แบบที่ได้ก่อสร้างจริง (As-built Drawing) เป็นต้น จัดทำ Procurement Plan เพื่อใช้ในการติดตามสถานะการสั่งซื้อและวันที่จัดส่งจริงของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างจากผู้รับเหมา จากนั้นจะจัดประชุม Review ร่วมกันเพื่อหารือถึงแผนที่ได้จัดทำขึ้นมาทั้งหมดว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตงานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาคือกรณีที่มีสมาชิกโครงการเพียงบางคนไม่เห็นชอบกับแผนดังกล่าว ก็จะต้องทำการปรับปรุงแผนที่เกี่ยวข้องและจัดประชุม

Review ใหม่อีกครั้ง แต่กรณีที่สมาชิกโครงการทั้งหมดเห็นชอบแผนดังกล่าวแล้ว ก็จะใช้แผนนี้เป็นบรรทัดฐาน (Baseline) ในการติดตามและควบคุมงานตลอดทั้งโครงการ

ช่วงที่สามคือการทำงาน (Carrying the Work) โดยการดำเนินโครงการ (Project Execution) ระหว่างสัปดาห์จะมีกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- อัปเดตสถานะของเอกสารโครงการทั้งหมดด้วย Master Deliverable Register (MDR)
- อัปเดตสถานะการสั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดด้วย Procurement Plan
- เอกสารโครงการที่ต้องการขออนุมัติจะถูกทบทวนและพิจารณาอนุมัติบนพีเจอาร์ Submittal ของโปรแกรม Sitearound
- ดำเนินการอัปเดตแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ด้วยโปรแกรม Microsoft Project และแชร์แผนดังกล่าวผ่านพีเจอาร์ Built-in Schedule ของโปรแกรม Sitearound เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการทุกคนสามารถรับทราบถึงความก้าวหน้าของโครงการได้อย่างทั่วถึงและเรียลไทม์
- ติดตามกำลังคนจริงที่ใช้ในการก่อสร้างแบบเรียลไทม์ โดยการนำ Bluetooth Beacon ในรูปแบบการ์ด (Card) ห้อยด้วยสายคล้องคอในกรณีที่คนงานเข้ามาปฏิบัติงานภายในไซต์งานก่อสร้าง ซึ่งแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound โดยสามารถเปรียบเทียบค่า Man-Hours ที่วางแผนไว้เทียบกับที่เกิดขึ้นจริงด้วย Manpower Histogram นอกจากนี้ยังสามารถติดตามวันที่เข้าติดตั้งอุปกรณ์หลัก ณ ไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ โดยการนำ Bluetooth Beacon ในรูปแบบแท็ก (Tag) ยึดติดเข้ากับอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ที่ต้องการติดตาม ซึ่งเมื่ออุปกรณ์หลักเข้ามาติดตั้งภายในโซนของไซต์งานก่อสร้าง ก็จะแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound
- ควบคุมคุณภาพของโครงการแบบเรียลไทม์ โดยการใช้โปรแกรม Trello ซึ่งจะกำหนดหัวข้อการตรวจสอบตามแผนบริหารคุณภาพในรูปแบบ Checklist โดยที่ผู้รับเหมาจะต้องนำส่งหลักฐาน เช่น รูปถ่าย ไฟล์รายงานการตรวจสอบ เพื่อให้เจ้าของโครงการพิจารณาตรวจสอบ คุณภาพของงาน นอกจากนี้เจ้าของโครงการยังสามารถพิจารณาตรวจรับงานตามงวดงานก่อสร้างเพื่อเป็นหลักฐานในการเบิกจ่ายเงินในแต่ละงวดงานให้ผู้รับเหมาได้อีกด้วย
- ติดตามความก้าวหน้าของโครงการแบบเรียลไทม์ โดยการใช้กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้าง ถ่ายทอดภาพเคลื่อนไหวไปยังระบบคลาวด์และแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound ซึ่งสามารถเรียกดูกิจกรรมที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้ (Playback)
- จัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์เพื่อสรุปความก้าวหน้าของโครงการ โดยมีการใช้ข้อมูลจากการแสดงผลของ PMIS ร่วมด้วย

ทั้งนี้ในแต่ละสัปดาห์จะมีการประชุมในรูปแบบออนไลน์ โดยใช้ข้อมูลจากรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ในการนำเสนอเรื่องความก้าวหน้าของโครงการ รวมถึงการหารือประเด็นปัญหาที่พบเจอระหว่างการดำเนินงานและการเร่งรัดโครงการให้สามารถแล้วเสร็จตามแผนงานที่กำหนด จากนั้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จตามขอบเขตงานก็จะเข้าสู่ช่วงสุดท้ายคือการปิดโครงการ (Ending the Project)

สำหรับช่วงสุดท้ายคือการปิดโครงการ (Ending the Project) โดยหลังจากที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จก็จะตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของงานก่อสร้างโดยแผนกภายในของบริษัทธรณีศึกษา จากนั้นจะได้รับหนังสือแสดงบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) เพื่อแจ้งให้ดำเนินการแก้ไขก่อนการจ่ายก้ำกษา สำหรับการติดตามการแก้ไขงานเก็บนั้นจะใช้โปรแกรม Trello ซึ่งจะกำหนดหัวข้องานเก็บในรูปแบบ Checklist หลังการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ก็จะดำเนินการ Startup and Commissioning นำส่งเอกสารส่งมอบ (Final Document) จัดอบรม Operation & Maintenance (O&M) ณ ไซต์งานก่อสร้าง และจัดทำเอกสารส่งมอบงานของโครงการ (Project Handover Checklist) เพื่อยืนยันความครบถ้วนของงานและส่งมอบโครงการให้กับแผนกบำรุงรักษาต่อไป

3.4.3 การออกแบบระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ

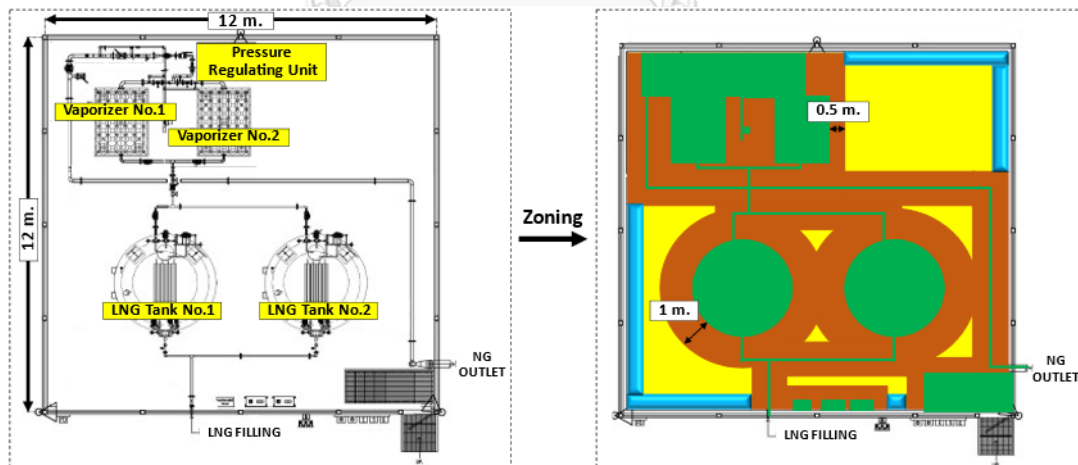
จากการปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างใหม่ พบว่าจะมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการติดตามและควบคุมโครงการโดยมีเซ็นเซอร์ติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้างทั้งหมด 2 ชนิดคือ 1. กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) และ 2. Bluetooth Beacon

เพื่อให้การติดตั้งระบบ IoT ณ ไซต์งานก่อสร้างสามารถติดตามและควบคุมโครงการได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่ามากที่สุดนั้น จึงได้ดำเนินการออกแบบ IoT ของเซ็นเซอร์ทั้ง 2 ชนิดก่อนการติดตั้งจริงซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.4.3.1 การออกแบบระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)

- แนวคิดในการออกแบบระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง

การออกแบบระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้างนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการและตรวจสอบคุณภาพของงานแบบเรียลไทม์ โดยแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound เริ่มต้นจากการรวบรวมความคิดเห็นจากเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาเพื่อกำหนดโซนบนแผนผังบริเวณไซต์งานก่อสร้างจริงซึ่งมีขนาด 144 ตร.ม. ทั้งนี้จากการรวบรวมความคิดเห็นสามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งระบบ IoT บนไซต์งานก่อสร้างจะต้องไม่กีดขวางการปฏิบัติงานระหว่างการก่อสร้างจนก่อให้เกิดความลำบาก และจะต้องมีพื้นที่ว่างเพียงพอเพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของสถานีฯ ได้ โดยสามารถแบ่งโซนออกเป็นทั้งหมด 4 โซน ดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 การแบ่งโซนบนแผนผังบริเวณไซต์งานก่อสร้างจริง

รูปที่ 28 การแบ่งโซนบนแผนผังบริเวณไซต์งานก่อสร้างจริง

จากรูปที่ 28 สามารถแบ่งโซนออกเป็นทั้งหมด 4 โซนซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

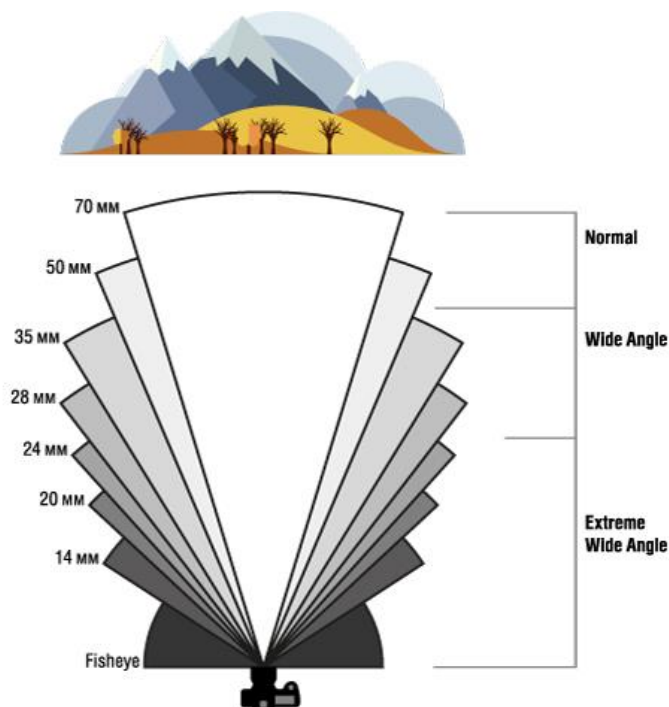
1. โซนที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ได้ (สีน้ำเงิน) : เป็นพื้นที่ที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิดได้ โดยติดตั้งได้เฉพาะบริเวณรอบขอบกำแพงกันเชื้อเพลิง (Bund Wall)

ฝั่งด้านในของพื้นที่ก่อสร้างเท่านั้น และไม่สามารถติดตั้งกล้องในโซนสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ของสถานีฯ และโซนสำหรับการดำเนินงานก่อสร้างได้

2. โซนสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ของสถานีฯ (สีเขียว) : เป็นพื้นที่สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และโครงสร้างทั้งหมดของสถานีฯ (ไม่สามารถติดตั้งระบบ IoT บนโซนนี้ได้)
3. โซนสำหรับการดำเนินงานก่อสร้าง (สีน้ำตาล) : เป็นพื้นที่ที่ใช้สำหรับการปฏิบัติงานของคณากรระหว่างการก่อสร้าง (ไม่สามารถติดตั้งระบบ IoT บนโซนนี้ได้) โดยพื้นที่ดังกล่าวจะครอบคลุมรอบอุปกรณ์ของสถานีฯ ทั้งหมดเป็นระยะ 0.5 เมตร ยกเว้น LNG Tank ทั้ง 2 ถัง จะมีระยะครอบคลุมรอบอุปกรณ์เป็นระยะ 1 เมตร
4. โซนทางเดินผ่าน (สีเหลือง) : เป็นพื้นที่ว่างซึ่งโดยปกติถูกใช้เป็นทางเดินผ่านของคณากรทางผ่านของการขนย้ายอุปกรณ์เครื่องมือ หรือไว้สำหรับวางอุปกรณ์เครื่องมือชั่วคราวในช่วงระหว่างการก่อสร้างซึ่งไม่ถือว่าการกีดขวางการปฏิบัติงานใด ๆ

เนื่องจากกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่จะนำมาใช้งานนั้นจะต้องติดตั้งบนพื้นที่ที่จำกัด ต้องติดตั้งกลางแจ้ง และจะต้องคำนึงถึงเรื่องความเข้ากันได้ของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่ในระบบ ดังนั้นจึงได้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานมากที่สุดโดยจะต้องมีคุณลักษณะทั้งหมด 7 ข้อดังต่อไปนี้

1. เลนส์ของกล้องต้องเป็นชนิด Fisheye ซึ่งมีมุมมองภาพ หรือ Field of View (FOV) สูงที่สุด เนื่องจากโซนที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ได้ตามรูปที่ 28 นั้นมีพื้นที่ค่อนข้างแคบและจำกัด หากเลือกใช้เลนส์ที่มีมุมมองภาพไม่กว้างพอก็จะทำให้การติดตามและควบคุมโครงการขาดประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้มุมมองภาพที่ครอบคลุมไซต์งานก่อสร้างมากที่สุดนั้น จะต้องเลือกใช้เลนส์ชนิด Fisheye ซึ่งมีมุมมองภาพทั้งในแนวตั้งและแนวนอนกว้างถึง 180 องศา หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือสามารถเก็บภาพแบบพาโนรามาครอบคลุมทั้ง 360 องศา ซึ่งภาพที่ออกมานั้นจะไม่มีจุดบอด (Blind spot) เกิดขึ้นซึ่งแตกต่างจากเลนส์ชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้มุมมองภาพของเลนส์ชนิดต่าง ๆ สามารถอธิบายด้วยรูปที่ 29



รูปที่ 29 มุมมองภาพของเลนส์ Fisheye เทียบกับเลนส์ชนิดอื่น ๆ

(ที่มา : <https://www.bhphotovideo.com/explora/photography/tips-and-solutions/faq-wide-angle-lenses>)

2. มีเทคโนโลยี Infrared (IR) สามารถมองเห็นภาพในที่มืดสนิทได้ (ความเข้มแสงขนาด 0 Lux) เนื่องจากการก่อสร้างในบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่จะต้องปฏิบัติงานในช่วงเย็นไปจนถึงดึก เพื่อเร่งรัดงานให้เสร็จตามแผน ซึ่งแสงไฟจากหลอด Infrared (IR) จะทำงานอัตโนมัติในกรณีที่มีความเข้มแสงไม่พอโดยภาพที่ปรากฏจะแสดงเป็นสีขาว-ดำ

3. สนับสนุนการจ่ายไฟไปพร้อมกับสายแลน หรือ Power on Ethernet (PoE) ตามมาตรฐาน 802.3af

เนื่องจากพื้นที่ของไซต์งานก่อสร้างมีจำกัด ดังนั้นสายเคเบิลที่ติดตั้งบนพื้นที่ก่อสร้างควรจะต้องมีจำนวนสายที่น้อยที่สุด ซึ่งการจ่ายไฟไปยังกล้องวงจรปิดแบบ PoE นั้นสามารถเดินสายแลน (Ethernet Cable) เพียงเส้นเดียวเพื่อจ่ายไฟและเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายไปพร้อม ๆ กันได้

4. รองรับ Real Time Streaming Protocol (RTSP) เพื่อใช้สำหรับการสตรีมมิ่งวิดีโอ
เนื่องจากภาพที่ถ่ายได้จากกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) นั้นจะต้องแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound แบบเรียลไทม์ ดังนั้นกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) มีความจำเป็นที่จะต้องรองรับโปรโตคอลชนิด RTSP ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมัลติมีเดียจากต้นทางไปยังปลายทางได้แบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. รองรับมาตรฐานการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่ายอุปกรณ์วิดีโอ หรือ Open Network Video Interface Forum (ONVIF)

เนื่องจากกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ จำเป็นจะต้องมีการใช้งานร่วมกับเครื่องบันทึกวิดีโอผ่านเครือข่าย (Network Video Record : NVR) ซึ่งทำหน้าที่บันทึกวิดีโอลงในฮาร์ดดิสก์ (พื้นที่จัดเก็บข้อมูล) ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ ในกรณีที่เครื่อง NVR เกิดความเสียหายระหว่างการใช้งาน เราสามารถนำเครื่อง NVR ที่มีอยู่ซึ่งอาจเป็นคนละยี่ห้อกันมาใช้งานแทนได้

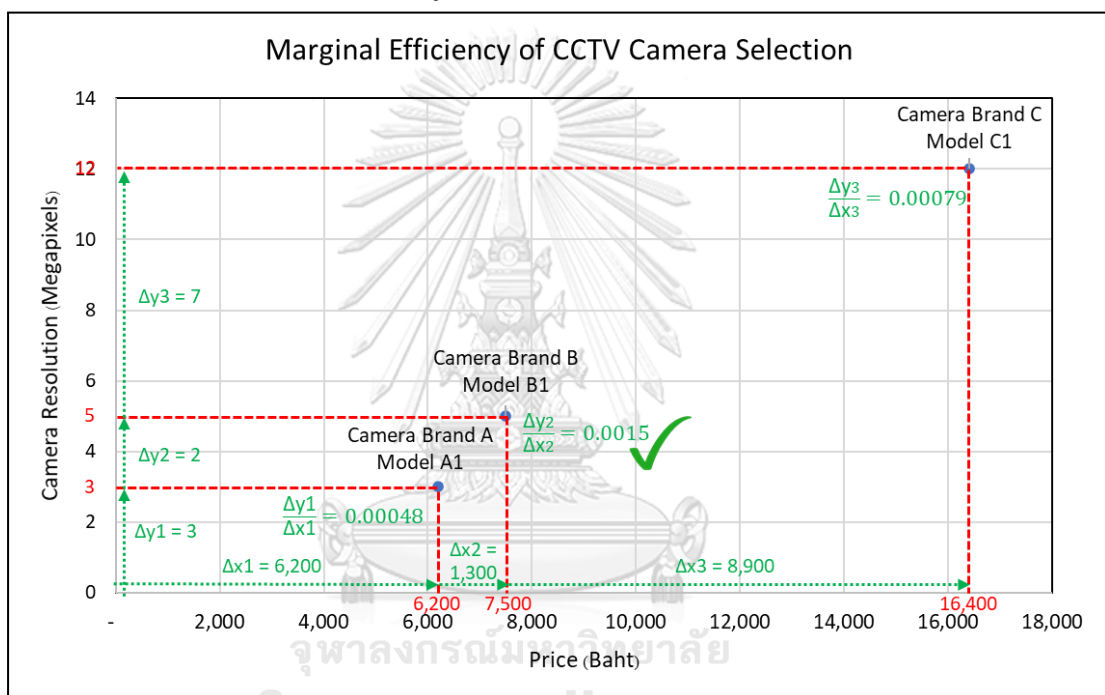
6. มีมาตรฐานการป้องกัน IP 65 หรือดีกว่า

เนื่องจากไซต์งานก่อสร้างตั้งอยู่กลางแจ้ง ซึ่งอาจมีลมพายุหรือฝนตกขณะการใช้งาน ดังนั้นกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จะต้องสามารถป้องกันฝุ่นและน้ำได้ โดยตัวเลขแรกคือ 6 หมายถึงว่าตัวกล้องสามารถป้องกันฝุ่นได้สมบูรณ์ และตัวเลขหลังคือ 5 หมายถึงตัวกล้องสามารถป้องกันน้ำจากการฉีดเข้าที่ตัวอุปกรณ์ได้จากทุกทิศทาง

7. สามารถทำงานได้โดยมีอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) ตั้งแต่ 34 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป

เนื่องจากกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จะต้องติดตั้งอยู่กลางแจ้งตลอดเวลา ดังนั้นกล้องจะต้องทำงานได้ในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบมีค่าตั้งแต่ 34 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป โดยที่มาของอุณหภูมิดังกล่าวนั้นอ้างอิงจากสถิติของภูมิอากาศที่มีค่าสูงสุดของจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นที่อยู่ของไซต์งานก่อสร้างแห่งนี้ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2562 โดยกรมอุตุนิยมวิทยา

- การคัดเลือกกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ดีที่สุดเพื่อใช้สำหรับการติดตามและควบคุมโครงการ
 สำหรับการคัดเลือกกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ดีที่สุดเพื่อใช้สำหรับการติดตามและ
 ควบคุมโครงการนั้น จะดูจากอัตราส่วนระหว่างความละเอียดกล้องต่อราคาของกล้อง ซึ่งสามารถหา
 ได้จากกราฟที่มีแกนตั้งคือความละเอียดกล้อง และแกนนอนคือราคาของกล้อง จากนั้นพล็อตข้อมูลของ
 กล้องทุกรุ่นลงไปบนกราฟ ทั้งนี้กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่เลือกมาเปรียบเทียบจะต้องตรง
 ตามความต้องการของคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดไว้ครบทุกข้อและมีขายในประเทศไทย ได้แก่
 CCTV Camera Brand A Model A1, CCTV Camera Brand B Model B1 และ CCTV Camera
 Brand C Model C1 ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 30



รูปที่ 30 Marginal Efficiency of CCTV Camera Selection

จากรูปที่ 30 นั้นพบว่ากล้อง Camera Brand B Model B1 มีความชัน (Slope) หรือมี
 อัตราส่วนระหว่างความละเอียดกล้องต่อราคาของกล้อง สูงสุดเท่ากับ 0.0015 ซึ่งหมายความว่ากล้อง
 รุ่นนี้ให้ความละเอียดของกล้องต่อบาทสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกล้องอีก 2 รุ่นที่เหลือ ดังนั้น
 ผู้จัดการโครงการจึงตัดสินใจเลือกกล้อง Camera Brand B Model B1 ในการติดตามและควบคุม
 โครงการเนื่องจากมีความคุ้มค่ามากที่สุด

- การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) เพื่อตัดสินใจก่อนการติดตั้งจริงด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool

หลังจากที่ได้ข้อสรุปเรื่องการเลือกกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ซึ่งจะใช้ Brand B Model B1 ในการติดตามและควบคุมโครงการ ขั้นตอนถัดไปคือการกำหนดตำแหน่งของกล้อง จำนวนของกล้อง และความสูงของกล้องบนแผนผังของไซต์งานก่อสร้างจริง ด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool ซึ่งสามารถสร้างแบบจำลองการแสดงผลของภาพได้ในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ จากนั้นจะคำนวณหาพื้นที่การมองเห็น (Visible Area) และพื้นที่ที่อับสายตา (Blind Area) ของกล้อง เพื่อพิจารณาหาตำแหน่งการวางกล้องที่มีความเหมาะสมมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้จัดการโครงการเรื่องเงื่อนไขของการกำหนดตำแหน่งการวางกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) บนไซต์งานก่อสร้างเพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการนั้น ได้ข้อสรุปดังนี้

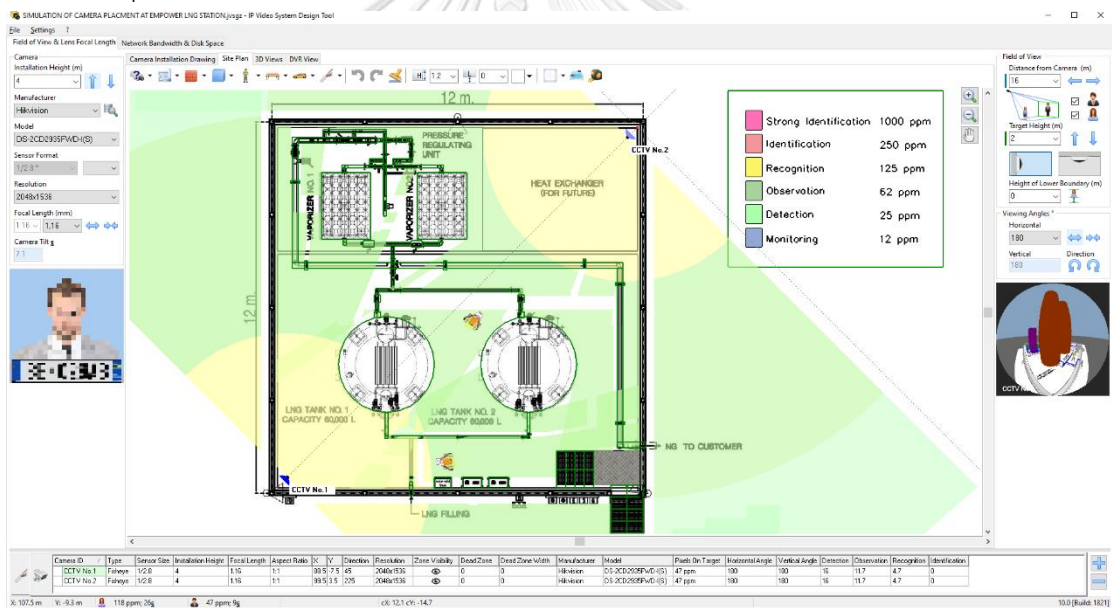
1. พื้นที่การมองเห็น (Visible Area) ของกล้องจะต้องครอบคลุมทุกโซนบนไซต์งานก่อสร้างให้ได้มากที่สุด โดยจะต้องไม่น้อยกว่า 80% ของพื้นที่ทั้งหมด (รายละเอียดของโซนบนไซต์งานก่อสร้างอ้างอิงได้จากรูปที่ 28)
2. งบประมาณที่ใช้ในการลงทุนระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) จะต้องน้อยที่สุด โดยที่ไม่เกิน 30,000 บาท
3. การติดตั้งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จะต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงจากระดับพื้นไม่น้อยกว่า 4 เมตร เนื่องจากระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง จะต้องมีการขนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อมาติดตั้งในไซต์งานก่อสร้าง เช่น ท่อก๊าซฯ หรือท่อร้อยสายไฟ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวต้องใช้พื้นที่ในการขนย้ายเนื่องจากมีขนาดยาว ดังนั้นการติดตั้งกล้องบนระดับที่ต่ำจนเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์หรืออาจเป็นอุปสรรคระหว่างการปฏิบัติงานได้ นอกจากนี้ตำแหน่งติดตั้งกล้องจะต้องอยู่ในโซนที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ได้ (รายละเอียดของโซนบนไซต์งานก่อสร้างอ้างอิงได้จากรูปที่ 28)

จากข้อมูลดังกล่าว นำไปสู่การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) โดยใช้โปรแกรม IP Video System Design Tool ซึ่งมีหน้าตาดังรูปที่ 31 ทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

1. นำเข้าแผนผังไซต์งานก่อสร้างจริงเพื่อแสดงเป็นภาพพื้นหลังของโปรแกรมและสามารถกำหนดสเกลของแผนผังให้ถูกต้อง
2. จำลองอุปกรณ์และโครงสร้างของสถานีฯ ในรูปแบบ 3 มิติ ลงในแผนผังตามขนาดจริง ซึ่งประกอบด้วย LNG Tank จำนวน 2 ถัง, Vaporizer จำนวน 2 ชุด, Pressure Regulating Unit จำนวน 1 ชุด, ระบบท่อทาง, ตู้ไฟฟ้า กำแพงกันเชื้อเพลิง และบันได จุดประสงค์ของ

การจำลองอุปกรณ์และโครงสร้างของสถานีฯ ในรูปแบบ 3 มิติลงไปบนแผนผังนั้นจะทำให้เราทราบถึงพื้นที่อับสายตา (Blind Area) ของกล้อง ซึ่งเกิดจากการมีส่วนของอุปกรณ์หรือโครงสร้างต่าง ๆ มาบดบังการมองเห็นของกล้อง

- เลือกรุ่นของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่จะนำมาใช้งานนั้นคือ Camera CCTV Brand B Model B1 จากนั้นทำการทดลองด้วยการกำหนดความสูง กำหนดจำนวน กำหนดตำแหน่งของกล้องลงไปบนแผนผัง เพื่อให้โปรแกรมจำลองการมองเห็นของกล้อง ทั้งนี้โซนการมองเห็นของกล้องจะถูกแบ่งออกด้วยสีต่าง ๆ ตามความละเอียดของภาพซึ่งแสดงผลในหน่วย ppm อ้างอิงจากมาตรฐาน EN 62676-4 : 2015 กรณีพื้นที่ใดไม่มีสีจะหมายถึงบริเวณนั้นเป็นพื้นที่อับสายตา (Blind Area) ของกล้อง
- คำนวณพื้นที่การมองเห็น (Visible Area) และพื้นที่อับสายตา (Blind Area) ของกล้อง
- เลือกแนวทางการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้



รูปที่ 31 การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool

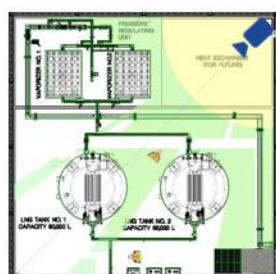
สำหรับการทดลองวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดนั้นจะมีทั้งหมด 4 แนวทาง ในแต่ละแนวทางจะมีการกำหนดจำนวนของกล้องตั้งแต่ 1 ถึง 4 เครื่อง โดยการเลือกตำแหน่งของกล้องในแต่ละแนวทางนั้น จะพิจารณาจากค่าพื้นที่การมองเห็น (Visible Area) ของกล้องที่มีค่ามากที่สุดทั้งนี้พื้นที่สำหรับการติดตั้งนั้นจะต้องอยู่บนโซนที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิดได้ ด้านความสูงของกล้องนั้นจะต้องไม่ต่ำกว่า 4 เมตรตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งทุกแนวทางจะติดตั้งกล้องที่ความสูงเท่ากับ 4

เมตรทั้งหมด เนื่องจากยิ่งกล้องมีระดับความสูงมากเท่าไร ก็จะส่งผลให้ความละเอียดของภาพที่ได้มีค่าต่ำลง อันเนื่องมาจากระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุที่มองเห็นนั้นห่างกันมากขึ้น สำหรับค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง จะหมายถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิดทั้งหมดซึ่งประกอบไปด้วย กล้องวงจรปิด (CCTV Camera), เสายึดกล้องวงจรปิด (CCTV Camera Pole), สายแลน (Ethernet Cable), เครื่องบันทึกวิดีโอผ่านเครือข่าย (NVR) และค่าแรงงาน (Labor Cost)

จากการทดลองวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool ทั้งหมด 4 แนวทางนั้น สามารถสรุปผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 21 และรูปที่ 32

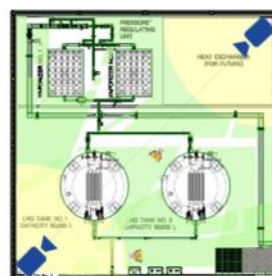
ตารางที่ 21 สรุปผลลัพธ์การจำลองการวางตำแหน่งของกล้องวงจรปิดด้วยโปรแกรม IP Video System Design Tool

Solution \ Detail	A	B	C	D
No. of Camera	1	2	3	4
Installation Height (m.)	4	4	4	4
% Visible Area	68.15	90.75	94.90	96.10
% Blind Area	31.85	9.25	5.10	3.90
Installation Cost (Baht)	15,200	27,600	42,200	57,400



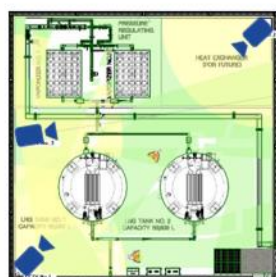
Solution A

No. of Camera : 1
% Visible Area : 68.15%
Installation Cost : 15,200฿



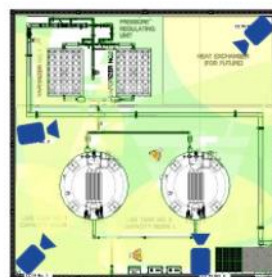
Solution B

No. of Camera : 2
% Visible Area : 90.75%
Installation Cost : 27,600฿



Solution C

No. of Camera : 3
% Visible Area : 94.90%
Installation Cost : 42,200฿



Solution D

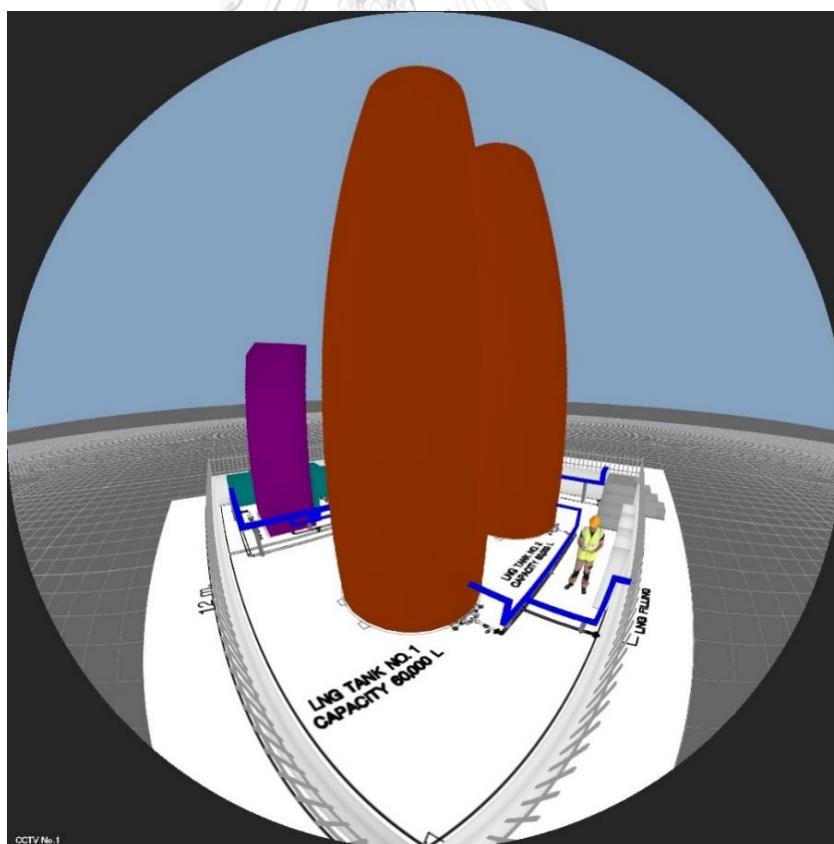
No. of Camera : 4
% Visible Area : 96.10%
Installation Cost : 57,400฿

รูปที่ 32 ผลลัพธ์การมองเห็นของกล้องวงจรปิดในแต่ละแนวทาง

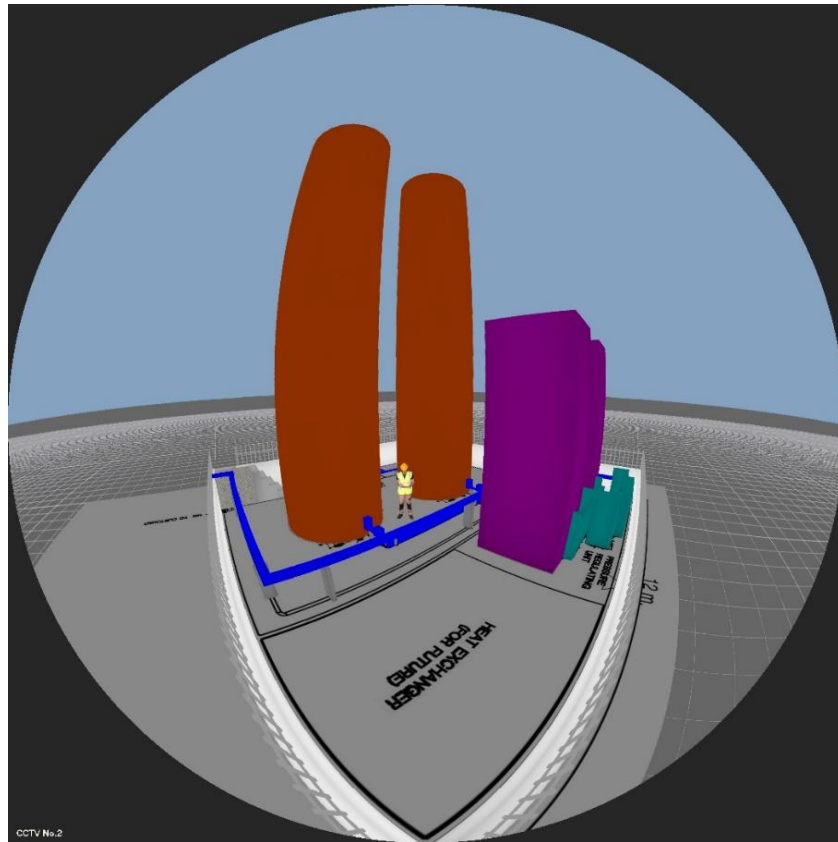
จากรูปที่ 32 พบว่า Solution A มีพื้นที่การมองเห็นของกล้องเท่ากับ 68.15% ซึ่งต่ำกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้พื้นที่การมองเห็นของกล้องตั้งแต่ 80% ขึ้นไป จะต้องเลือก Solution B

C หรือ D แต่เนื่องจาก Solution C และ D มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงกว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ซึ่งจะต้องไม่เกิน 30,000 บาท ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จะเลือกตำแหน่งการวางกล้อแบบ Solution B ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเท่ากับ 27,600 บาท ติดตั้งบนไซต์งานก่อสร้างจริง ซึ่งสามารถจำลองการมองเห็นของกล้อในรูปแบบ 3 มิติ ได้ดังรูปที่ 33 และ 34 ทั้งนี้แนวทางดังกล่าวนี้ถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้

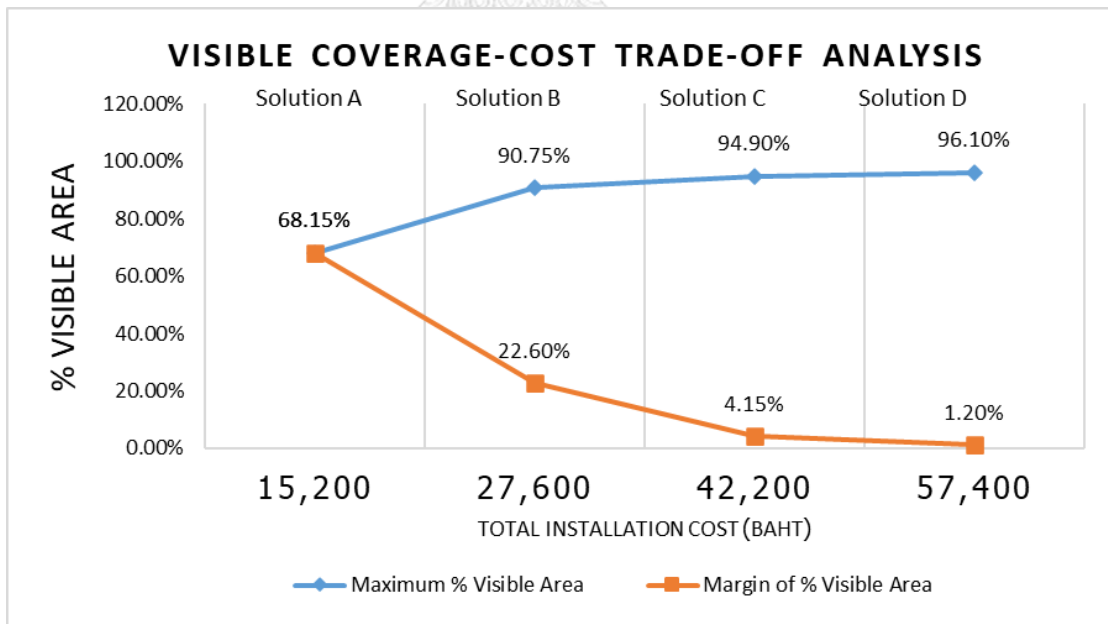
นอกจากนี้หากพิจารณาเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกับพื้นที่การมองเห็นของกล้อในแต่ละแนวทาง พบว่าการเลือก Solution B จะมีพื้นที่การมองเห็นมากกว่า Solution A ถึง 22.6% โดยมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเพิ่มขึ้นจากเดิม 12,400 บาท ในขณะที่การเลือก Solution C นั้นจะมีพื้นที่การมองเห็นมากกว่า Solution B เพียงแค่ 4.15% โดยมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเพิ่มขึ้นจากเดิม 14,600 บาท จากข้อมูลดังกล่าวพบว่ามีความสัมพันธ์แบบไม่เชิงเส้นตรง (Nonlinear Relationship) ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 35 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า Solution B มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกับพื้นที่การมองเห็นของกล้อ



รูปที่ 33 จำลองการมองเห็นของกล้อวงจรถบ No.1 ในรูปแบบ 3 มิติ ของ Solution B



รูปที่ 34 จำลองการมองเห็นของกล้องวงจรปิด No.2 ในรูปแบบ 3 มิติ ของ Solution B



รูปที่ 35 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายในการติดตั้งกับพื้นที่การมองเห็นของกล้องในแต่ละแนวทาง

3.4.3.2 การออกแบบระบบ Bluetooth Beacon

- แนวคิดในการออกแบบระบบ Bluetooth Beacon ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง

การออกแบบระบบ Bluetooth Beacon ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้างนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ติดตามสถานะของทรัพยากรโครงการที่ปรากฏบนไซต์งานก่อสร้างจริงแบบเรียลไทม์ซึ่งได้แก่ 1. คนงานก่อสร้างที่อยู่ระหว่างปฏิบัติงานอยู่ในไซต์งานก่อสร้าง และ 2. อุปกรณ์หลักของสถานีฯ ที่ติดตั้งอยู่บนไซต์งานก่อสร้างแล้ว โดยสามารถติดตามได้อย่างเรียลไทม์บนโปรแกรม Sitearound

การกำหนดโซนพื้นที่ก่อสร้างเพื่อใช้ในการติดตามทรัพยากรต่าง ๆ นั้นจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ (Received Signal Strength Indication : RSSI) กับระยะทางซึ่งในที่นี้หมายถึงระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณ (Bluetooth Gateway) กับตัวส่งสัญญาณ (Bluetooth Beacon) ที่ติดตั้งไว้กับทรัพยากรที่ต้องการติดตาม โดยการทำงานของระบบจะเริ่มจากตัวส่งสัญญาณ (Bluetooth Beacon) ส่งข้อมูลผ่านสัญญาณบลูทูธไปยังตัวรับสัญญาณ (Bluetooth Gateway) โดยข้อมูลที่อ่านค่าได้จะมีข้อมูลที่สำคัญคือ 1. Unique Identification Number (UID) ซึ่งหมายถึงค่า Mac Address ที่ถูกกำหนดขึ้นมาบน Bluetooth Beacon แต่ละชิ้นซึ่งมีค่าเฉพาะตัว สามารถใช้ในการระบุ Bluetooth Beacon แต่ละชิ้นได้ และ 2. ค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ (Received Signal Strength Indication : RSSI) หมายถึง ค่าความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในรูปแบบของพลังงานซึ่งมีหน่วยเป็น dBm สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง กับค่า RSSI นั้นเป็นสัดส่วนผกผันกัน กล่าวคือยิ่งมีระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณ (Bluetooth Gateway) กับตัวส่งสัญญาณ (Bluetooth Beacon) มากขึ้นเท่าไร ก็จะส่งผลให้ค่า RSSI น้อยลงยิ่งขึ้น เมื่อตัวรับสัญญาณ (Bluetooth Gateway) ได้รับข้อมูลจาก Bluetooth Beacon แล้ว ก็จะส่งข้อมูลไปยัง Cellular Router ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลดังกล่าวไปยัง Cloud Server ผ่าน Cellular Network จากนั้นโปรแกรม Sitearound จะทำการคำนวณหาระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณ (Bluetooth Gateway) กับตัวส่งสัญญาณ (Bluetooth Beacon) โดยใช้ค่า RSSI ที่ได้รับมาจาก Cloud Server ทั้งนี้โปรแกรมจะมีการกำหนดโซนการติดตาม (Monitoring Zone) ให้ครอบคลุมพื้นที่ของไซต์งานก่อสร้างทั้งหมดซึ่งมีขนาด 144 ตร.ม. กรณีค่า RSSI ที่ได้รับมีค่าสูงกว่าที่กำหนดไว้ ซึ่งหมายถึง Bluetooth Beacon หรือทรัพยากรที่กำลังติดตามอยู่ภายในพื้นที่ของไซต์งานก่อสร้าง ก็จะมีการแสดงข้อมูลดังกล่าวแบบเรียลไทม์บนโปรแกรม Sitearound ซึ่งสามารถเข้าใช้งานได้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

สำหรับการติดตามกำลังคนที่อยู่ระหว่างปฏิบัติงานอยู่ในไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์นั้น ก่อนที่คนงานก่อสร้างจะเข้าพื้นที่ไซต์งานก่อสร้างในแต่ละวัน หัวหน้าช่าง (Foreman) จะมีการแจก Beacon Card พร้อมสายคล้องคอเพื่อห้อยไว้กับคนงานก่อสร้างทุกคนขณะปฏิบัติงาน และหลังจากเลิกงานก็จะเก็บ Beacon Card คืน สำหรับการเตรียม Beacon Card เพื่อติดตามกำลังคนของ

โครงการนี้จะใช้เทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง (Analogous Estimating) ซึ่งเป็นเทคนิคที่อาศัยจำนวนคนงานก่อสร้างที่เคยใช้งานจริงของโครงการก่อนหน้าที่มีความคล้ายคลึงกันเป็นข้อมูลสำหรับการประมาณจำนวนคนงานก่อสร้างของโครงการนี้ ซึ่งพบว่าจำนวนคนงานก่อสร้างต่อวันที่มากที่สุดของโครงการนี้คือ 16 คน (รวมหัวหน้าช่าง) ดังนั้นจึงต้องเตรียม Beacon Card ทั้งหมด 16 ชั้น ทั้งนี้จะเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดชื่อของ Beacon Card แต่ละชั้นโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 การกำหนดชื่อของ Beacon Card เพื่อใช้สำหรับการติดตามกำลังคน

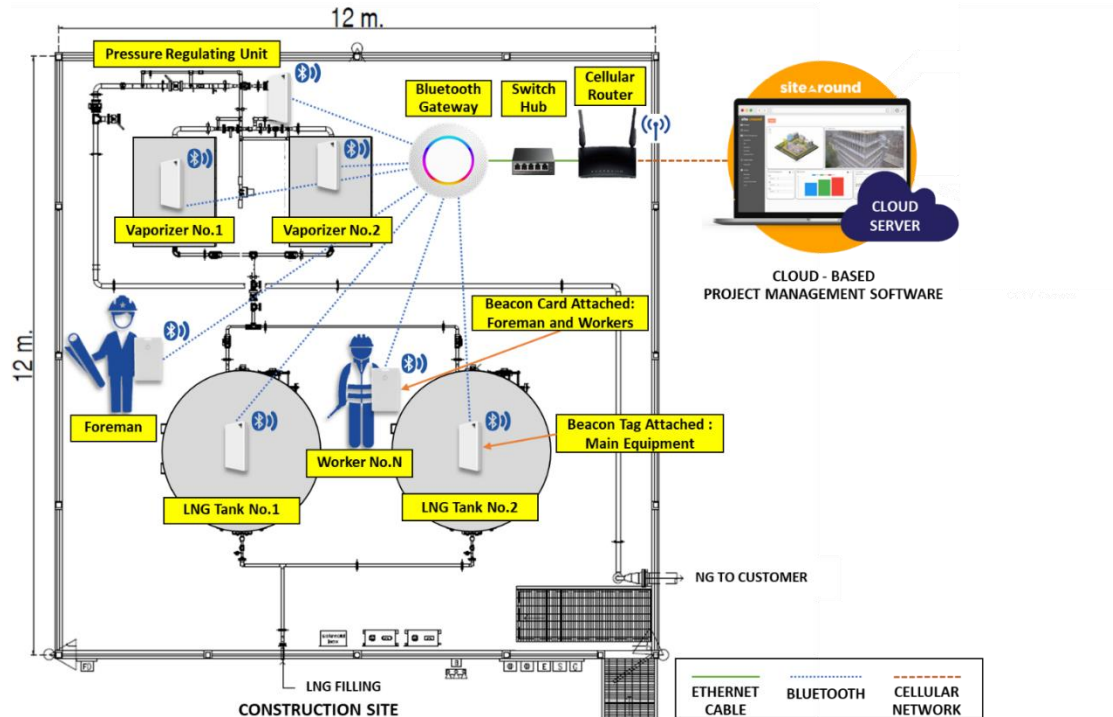
Beacon Card No.	Designated Beacon's Name	Beacon Card No.	Designated Beacon's Name
1	Foreman	9	Worker No.8
2	Worker No.1	10	Worker No.9
3	Worker No.2	11	Worker No.10
4	Worker No.3	12	Worker No.11
5	Worker No.4	13	Worker No.12
6	Worker No.5	14	Worker No.13
7	Worker No.6	15	Worker No.14
8	Worker No.7	16	Worker No.15

สำหรับการติดตามวันเข้าติดตั้งอุปกรณ์หลักของสถานีฯ แบบเรียลไทม์นั้นจะทำการติด Beacon Tag แบนเข้ากับอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ก่อนที่จะขนย้ายอุปกรณ์มาติดตั้งที่ไซต์งานก่อสร้าง เพื่อให้ทราบถึงวันเข้าติดตั้งอุปกรณ์ ณ ไซต์งานก่อสร้างจริง ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับแผนงานที่กำหนดไว้ได้ ทั้งนี้จะเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดชื่อของ Beacon Tag แต่ละชั้นซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การกำหนดชื่อของ Beacon Tag เพื่อใช้สำหรับการติดตามอุปกรณ์หลักของสถานีฯ

Beacon Tag No.	Designated Beacon's Name
1	LNG Storage Tank No.1
2	LNG Storage Tank No.2
3	Vaporizer No.1
4	Vaporizer No.2
5	Pressure Regulating Unit

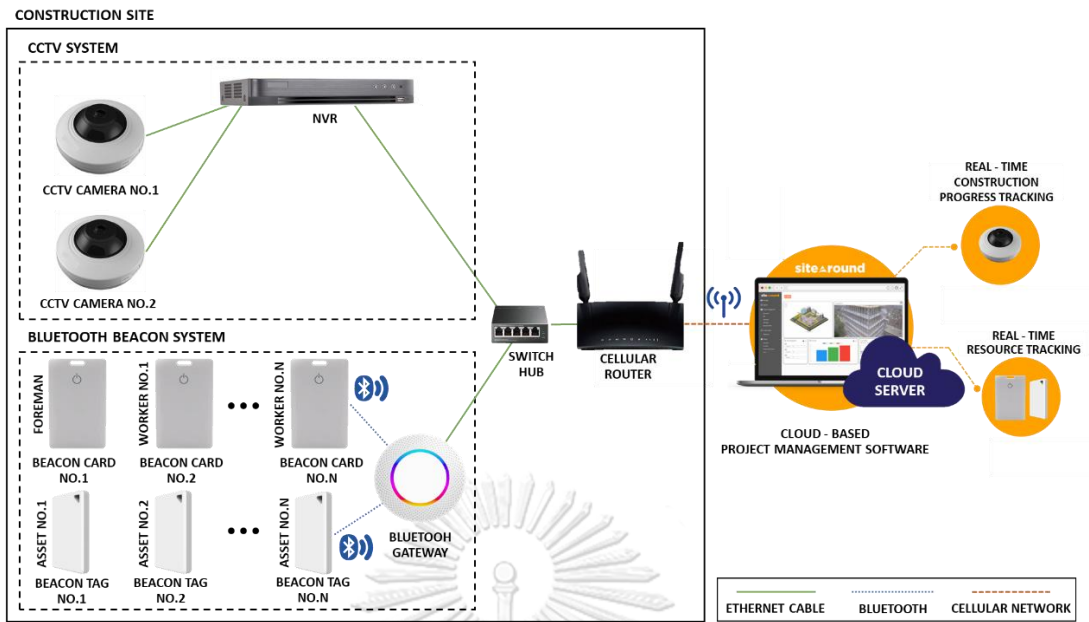
จากแนวคิดการออกแบบระบบ Bluetooth Beacon ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง ที่กล่าวมานั้น สามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 36



รูปที่ 36 ผลลัพธ์การออกแบบระบบ Bluetooth Beacon ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง

3.4.3.3 ผลลัพธ์ของโครงสร้างระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ

จากการออกแบบระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ระบบคือระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) และระบบ Bluetooth Beacon รายละเอียดตามที่กล่าวไปข้างต้น สามารถแสดงผลท้ายสุดของโครงสร้างระบบ IoT ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้างได้ดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 โครงสร้างระบบ IoT ที่จะติดตั้ง ณ ไซต์งานก่อสร้าง

บทที่ 4

ผลของการดำเนินงานวิจัยและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานวิจัย

ภายหลังการปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างด้วยการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ของแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK และดำเนินการออกแบบระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการแล้วนั้น บริษัทกรณีศึกษาได้คัดเลือกโครงการเพื่อใช้สำหรับการวิจัย โดยเลือกโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว ที่ตั้งอยู่ ณ อ.เมือง จ. สมุทรสาคร ซึ่งบริหารการก่อสร้างโดยหน่วยงานวิศวกรรมโครงการของบริษัทกรณีศึกษา

4.1 ผลของการดำเนินงานวิจัย

ผลของการดำเนินงานวิจัยจะแบ่งตามโครงสร้างของวงจรชีวิตของโครงการซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 ช่วงได้แก่ 1. การเริ่มต้นโครงการ (Starting the project) 2. การเตรียมการ (Organizing and preparing) 3. การดำเนินงาน (Carrying out the work) และ 4. การปิดโครงการ (Closing the project) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ช่วงการเริ่มต้นโครงการ (Starting the project)

ช่วงการเริ่มต้นโครงการนั้นเริ่มต้นเมื่อโครงการผ่านการอนุมัติความเห็นชอบในการลงทุนโดยที่ประชุมของคณะผู้บริหารของสายงานแล้วนั้น จะดำเนินการจัดทำกฎบัตรโครงการ (Project Charter) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสื่อสารไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องของโครงการให้รับทราบร่วมกันอย่างเป็นทางการถึงรายละเอียดของโครงการ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้สมาชิกโครงการทุกคนรับทราบข้อมูลของโครงการและสามารถหารือร่วมกันถึงอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น ข้อจำกัดและความต้องการด้านทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้ผู้สนับสนุนโครงการ (Project Sponsor) สามารถสนับสนุนโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด



กฎบัตรโครงการ (Project Charter) เป็นเอกสารซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อโครงการ งบประมาณและกำหนดการเวลาเริ่มต้น-สิ้นสุดโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตงานของโครงการ จุดตรวจสอบงานในแต่ละช่วงของโครงการ ความรับผิดชอบของสมาชิกโครงการ และลายเซ็นผู้มีอำนาจอนุมัติโครงการ โดยวัตถุประสงค์ของโครงการมีทั้งหมด 3 ข้อประกอบไปด้วย 1. สามารถส่งมอบโครงการได้ตามแผนงานที่กำหนด 2. เพื่อลดต้นทุนค่าดำเนินการ (Operating cost) ที่เกิดขึ้นในช่วงระหว่างการบริหารโครงการก่อสร้างด้วยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) และเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อสนับสนุนการติดตามและควบคุมโครงการ และ 3. เพื่อพัฒนาทักษะและองค์ความรู้ของการบริหารโครงการก่อสร้างให้กับพนักงานของบริษัทกรณีศึกษา

สำหรับขอบเขตของโครงการนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อถึงอธิบายขอบเขตของงานและสิ่งที่จะต้องส่งมอบของโครงการ ทั้งนี้ขอบเขตของโครงการมีทั้งหมด 6 ข้อ ประกอบไปด้วย 1. การจัดเตรียมเอกสารประกวดราคาเพื่อหาผู้รับจ้างของโครงการ 2. จัดทำเอกสารโครงการเพื่อใช้สำหรับการก่อสร้างสถานีฯ 3. จัดหาอุปกรณ์ของสถานีฯ 4. ดำเนินการติดตั้งงานเครื่องกล งานไฟฟ้าและงานระบบควบคุมของสถานีฯ 5. ดำเนินการอบรม Operation & Maintenance (O&M) ให้กับแผนกบำรุงรักษา และ 6. ประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) และเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อสนับสนุนการติดตามและควบคุมโครงการ

สำหรับกำหนดการของจุดตรวจสอบงานในแต่ละช่วงของโครงการนั้น จะถูกกำหนดโดยให้สอดคล้องกับงวดการจ่ายเงินที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR) ซึ่งจุดตรวจสอบงานนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้วัดความสำเร็จของโครงการได้ โดยผู้รับเหมาของโครงการจะต้องส่งมอบงานให้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนดเพื่อหลีกเลี่ยงการเสียค่าปรับ ทั้งนี้จุดตรวจสอบงานจะมีทั้งหมด 5 จุด ประกอบไปด้วย 1. การอนุมัติเอกสารโครงการเพื่อใช้สำหรับการก่อสร้างสถานีฯ 2. การสั่งซื้ออุปกรณ์ย่อยของสถานีฯ 3. การสั่งซื้ออุปกรณ์หลักของสถานีฯ 4. การดำเนินการก่อสร้างสถานีฯ เสร็จสมบูรณ์ และ 5. การปิดโครงการโดยสามารถส่งมอบงานให้กับแผนกบำรุงรักษาได้อย่างครบถ้วน

ท้ายสุดสำหรับสมาชิกโครงการจะประกอบไปด้วยสมาชิกทั้งหมด 7 คน โดยมีผู้สนับสนุนโครงการ (Project Sponsor) เป็นผู้อนุมัติการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในการดำเนินโครงการทั้งหมด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งรวมถึงการแต่งตั้งผู้จัดการโครงการ (Project Manager) ซึ่งทำหน้าที่กำกับดูแลในทุก ๆ มิติของโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนจบโครงการเพื่อให้สามารถส่งมอบงานได้ตามกำหนดและตามงบประมาณที่วางไว้ สำหรับวิศวกรโครงการ (Project Engineer) จะมีหน้าที่วางแผนโครงการ ประสานงานและสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดได้แก่ สมาชิกโครงการ ผู้รับเหมา ลูกค้า และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง และติดตามและควบคุมโครงการเพื่อให้เป็นไปตามแผนงาน สำหรับวิศวกรเครื่องกล (Mechanical Engineer) และวิศวกรไฟฟ้า&เครื่องมือวัด (E&I Engineer) มีหน้าที่ในการทบทวนแบบแสดงรายละเอียดทางวิศวกรรมที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของงาน สำหรับวิศวกรควบคุมคุณภาพ (Quality Control Engineer) มีหน้าที่ในการตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของงานภายหลังการก่อสร้างเสร็จสิ้น ว่าเป็นไปตามกฎหมายและมาตรฐานคุณภาพโครงการหรือไม่ โดยจะมีการออกหนังสือแสดงบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) เพื่อแจ้งให้ดำเนินการแก้ไขก่อนการจ่ายก้าฯ ต่อไป สำหรับช่างเขียนแบบ (Draftsman) มีหน้าที่จัดทำแบบทางด้านเทคนิคเพื่อใช้ในเอกสารประกวดราคา และพนักงานจัดหาพัสดุ (Procurement Officer) มีหน้าที่ในการจัดหาผู้รับจ้างของโครงการ โดยปฏิบัติตามนโยบายการ

จัดทำของบริษัทและให้อยู่ภายใต้งบประมาณที่วางไว้ ทั้งนี้กฎบัตรโครงการ (Project Charter) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 38

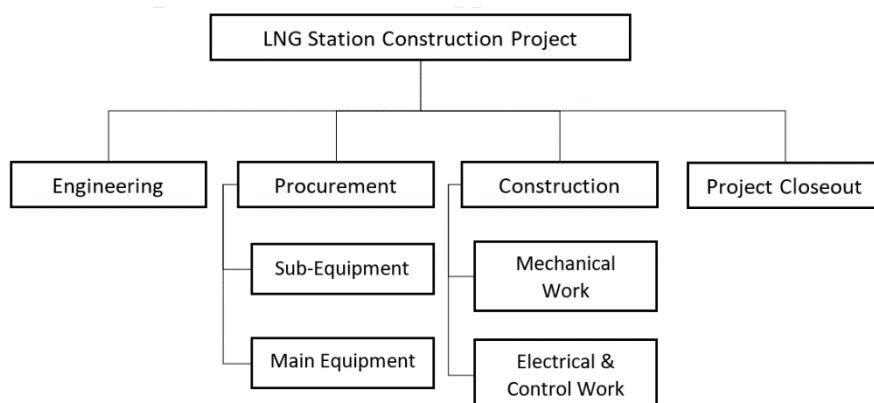
PROJECT CHARTER			
Project Title :	LNG Station of Empower Steel Construction Project		
Project Start Date :	1-Apr-21	Target Completion Date :	22-Oct-21
Project Budget :	12,200,000 Baht	Version :	0
Project Objectives :			
<ul style="list-style-type: none"> - To deliver the project on time - To reduce operating cost by applying project management software and IoT during project execution -To improve employee's skill and knowledge in construction management 			
Project Scope :			
<ul style="list-style-type: none"> - Prepare tender documentation for construction project - Prepare construction documents - Material procurement of construction project - Mechanical, electrical and control installation - Operation & Maintenance Training - Provide Tools for project monitoring and control with support of Project Management Software and IoT 			
Project Milestones :			
Milestones	Deliverables	Evaluation Date	
Construction document approval	All Construction document are approved	27-Apr-21	
Sub-equipment's order status	All Sub-equipment are delivered	26-May-21	
Main equipment's order status	All Main equipment are delivered	21-Aug-21	
Construction completion	All construction punch list items are resolved	9-Oct-21	
Project closeout completion	Handover the project	22-Oct-21	
Project Team Members :			
Name	Position	Responsible	
Mr.Pongkan Deopanich	Project Manager	Oversee all aspects of a project to ensure that the project proceeds on schedule and within budget	
Mr.Chanon Churacharit	Project Engineer	Prepared project plans, coordinating with all stakeholders, monitoring and controlling a project	
Mr.Tananun Surichutchaiyun	Mechanical Engineer	Review detailed mechanical design and inspect the quality of mechanical work	
Mr.Wasin Leenanithikul	E&I Engineer	Review detailed E&I design and inspect the quality of electrical and control work	
Mr.Panudech Santaweek	Quality Control Engineer	Ensure that projects are compliant with all applicable laws and project's quality standards	
Mr.Surachet Khanuengnid	Draftman	Prepared all drawings for bidding	
Mrs.Nongnapas Wongwiangchan	Procurement Officer	Assist in the selection of contractor with due regard to procurement policy and budget	
Review & Approval :			
Project Manager :	Name : Mr.Pongkan Deopanich	Signature : 	Date : 11-Feb-21
Project Sponsor :	Name : Mr.Adisak Kaewprasert	Signature : 	Date : 11-Feb-21

รูปที่ 38 กฎบัตรโครงการ (Project Charter)

หลังจากผ่านการอนุมัติการจัดทำกฎบัตรโครงการ (Project Charter) แล้ว จะดำเนินการจัดทำเอกสารประมาณราคาเพื่อหาผู้รับจ้าง และจัดทำสัญญาจ้างร่วมกัน จากนั้นจะดำเนินการจัดประชุม Kick-off โดยมีสมาชิกโครงการซึ่งประกอบไปด้วยฝั่งเจ้าของโครงการและฝั่งผู้รับเหมา เพื่อแนะนำทีมงานที่เกี่ยวข้อง ชี้แจงขอบเขตงาน ข้อจำกัดต่าง ๆ กำหนดแนวทางการดำเนินโครงการโดยมีการอบรมการใช้ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) และเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อเป็นเครื่องมือในการติดตามและควบคุมโครงการ กำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสาร ถามตอบประเด็นข้อสงสัย และแจ้งกำหนดการของจุดตรวจสอบงาน (Project Milestones) ในแต่ละช่วงของโครงการเพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถจัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ให้เพียงพอต่อความต้องการ

4.1.2 ช่วงการเตรียมการ (Organizing and preparing)

ภายหลังจากการประชุม Kick-off จึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาบูรณาการร่วมกันเพื่อเตรียมการก่อนที่จะเริ่มดำเนินโครงการจริง โดยเริ่มจากการกำหนดกิจกรรม (Define Activities) ที่จะต้องดำเนินการทั้งหมดในโครงการ ซึ่งจะแบ่งกิจกรรมตามลักษณะการทำงานและครอบคลุมขอบเขตงานที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดขอบเขตงาน (Term of Reference : TOR) โดยเริ่มจากการแบ่งกิจกรรมออกเป็นกลุ่มใหญ่ก่อน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 กลุ่มได้แก่ 1. งานออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering) 2. งานจัดหา (Procurement) 3. งานก่อสร้าง (Construction) และ 4. การปิดโครงการ (Project Closeout) สำหรับงานจัดหา (Procurement) สามารถแบ่งย่อยออกเป็นการจัดหาอุปกรณ์ย่อยของสถานีฯ และการจัดหาอุปกรณ์หลักของสถานีฯ และงานก่อสร้าง (Construction) สามารถแบ่งย่อยออกเป็น งานเครื่องกล และงานไฟฟ้า & ระบบควบคุม ผลลัพธ์เป็นไปตามรูปที่ 39



รูปที่ 39 โครงสร้างการแบ่งงาน (WBS) ของโครงการ

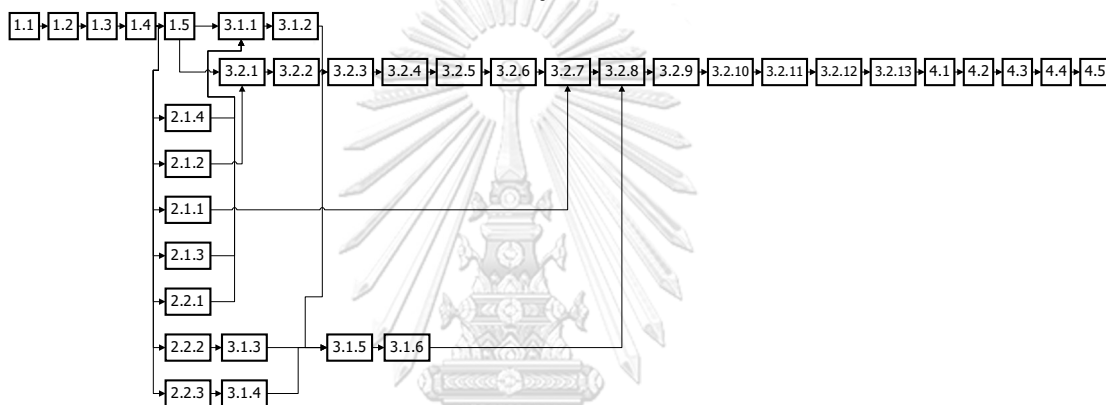
จากรูปที่ 39 ถัดไปจะทำการแบ่งกิจกรรมออกเป็นส่วนย่อยโดยใช้เทคนิคการแบ่งเป็นส่วนย่อย (Decomposition) ซึ่งเป็นเทคนิคการแบ่งกิจกรรมและงานที่จะส่งมอบให้เป็นส่วนที่เล็กลง

เพื่อให้สามารถบริหารจัดการได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยผลลัพธ์นั้นคือรายการกิจกรรม (Activity List) ซึ่งระบุถึงโครงสร้างการแบ่งงาน (WBS) ของโครงการทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 รายการกิจกรรม (Activity List) ของโครงการ

WBS Level 1	WBS Level 2	WBS Level 3	WBS Level 4	
Project Title	Scope of Work	Activity List		
0. LNG Station Construction Project	1. Engineering	1.1 Kick-off Meeting (Starting the Project)	-	
		1.2 Construction Work Procedure		
		1.3 Engineering Design&Equipment Sizing		
		1.4 Equipment Specification (Data sheet)		
		1.5 Construction Drawing		
	2. Procurement	2.1 Sub-Equipment Procurement		2.1.1 Safety Equipment Procurement
				2.1.2 Electrical & Control Equipment Procurement
				2.1.3 Process Instruments & Pipe Fitting Procurement
				2.1.4 Valves Procurement
		2.2 Main Equipment Procurement		2.2.1 Pressure Regulators Procurement
				2.2.2 LNG Vaporizers Procurement
	3. Construction	3.1 Mechanical Work		3.1.1 Pressure Regulating Unit Assembly
				3.1.2 Pressure Regulating Unit Installation
				3.1.3 LNG Vaporizers Installation
				3.1.4 LNG Tanks Installation
				3.1.5 Interconnecting Pipe Fabrication & Installation
				3.1.6 Non Destructive Testing (NDT)
		3.2 Electrical & Control Work		3.2.1 MDB & Control Panel Assembly (at workshop)
				3.2.2 FAT for MDB & Control Panel (at workshop)
				3.2.3 MDB & Control Panel Installation
				3.2.4 Lighting Installation
				3.2.5 Grounding System Installation
				3.2.6 Lightning Protection System Installation
				3.2.7 Safety System Installation
				3.2.8 Electrical Equipment & Instrument Installation
				3.2.9 Instrument Tubing
				3.2.10 Conduit Installation
				3.2.11 Power & Instrument Cable Wiring
				3.2.12 Instrument Loop Testing
				3.2.13 Functional Testing
4. Project Closeout	4.1 LNG Cool Down and First Fill		-	
	4.2 Startup & Commissioning			
	4.3 Final Document Submission			
	4.4 Operation & Maintenance Training			
	4.5 Handover the Project			

หลังจากกำหนดรายการกิจกรรม (Activity List) ของโครงการแล้วเสร็จนั้น ขั้นตอนถัดไปคือการเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมด้วยวิธีแผนภูมิลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram Method : PDM) ซึ่งเป็นวิธีการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการซึ่งแสดงในรูปแบบแผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram) โดยแทนกิจกรรมด้วยจุดเชื่อมต่อ (Nodes) ซึ่งมีลูกศร (Arrow) เชื่อมต่อระหว่างกิจกรรมเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ สำหรับโครงการนี้ทุก ๆ กิจกรรมจะมีความสัมพันธ์แบบสิ้นสุด-ถึง-เริ่มต้น (Finish-to-Start : FS) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่สามารถเริ่มกิจกรรมที่ตามหลังได้จนกว่ากิจกรรมก่อนหน้าจะเสร็จสิ้น และใช้โปรแกรม Microsoft Project ในการเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสมจริงยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 40



รูปที่ 40 แผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram)

หลังจากเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมของโครงการแล้วเสร็จนั้น จะกำหนดระยะเวลาการทำงานและประมาณกำลังคนที่ต้องการใช้ในแต่ละกิจกรรมของโครงการ ด้วยเทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง (Analogous Estimating) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ข้อมูลจากโครงการในอดีตที่มีความคล้ายคลึงกัน เป็นพื้นฐานในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโครงการนี้ โดยจะมีการปรับค่าพารามิเตอร์บางกิจกรรมเนื่องจากมีความแตกต่างในเรื่องของความซับซ้อนของโครงการ โดยผู้ประมาณการนั้นประกอบไปด้วยฝั่งเจ้าของโครงการและฝั่งผู้รับเหมา ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานในโครงการที่คล้ายคลึงกันมาก่อน และใช้โปรแกรม Microsoft Project ในการกำหนดระยะเวลาการทำงานและประมาณกำลังคน ซึ่งจะส่งผลให้แผนระยะเวลาทำงานโครงการ (Project Schedule) ที่จัดทำนั้นมีความสมจริงยิ่งขึ้นและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ สำหรับการประมาณอัตรากำลังคนนั้นจะคิดเฉพาะฝั่งผู้รับเหมาเท่านั้นเนื่องจากเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการก่อสร้างโดยตรง ทั้งนี้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การกำหนดระยะเวลาการทำงานและการประมาณกำลังคนที่ต้องการใช้ของโครงการ

No.	WBS	Activity List	Duration Estimate (days)	Resource Estimate (manpower per day)
0	0	LNG STATION CONSTRUCTION PROJECT	205	Project Manager (1),Project Engineer (1)
1	1	Engineering	27	Draftman (2),Design Engineer (2)
2	1.1	Kick-off Meeting (Starting the Project)	0	
3	1.2	Construction Work Procedure	5	
4	1.3	Engineering Design & Equipment Sizing	7	
5	1.4	Equipment Specification (Data sheet)	5	
6	1.5	Construction Drawing	10	
7	2	Procurement	126	Purchaser (2)
8	2.1	Sub-Equipment Procurement	39	
9	2.1.1	Safety Equipment Procurement	15	
10	2.1.2	Electrical & Control Equipment Procurement	15	
11	2.1.3	Process Instruments & Pipe Fitting Procurement	30	
12	2.1.4	Valves Procurement	30	
13	2.2	Main Equipment Procurement	126	
14	2.2.1	Pressure Regulators Procurement	60	
15	2.2.2	LNG Vaporizers Procurement	90	
16	2.2.3	LNG Tanks Procurement	120	
17	3	Construction	157	Foreman (1),Site Engineer (1),Safety Officer (1)
18	3.1	Mechanical Work	89	
19	3.1.1	Pressure Regulating Unit Assembly (at workshop)	7	Worker (3)
20	3.1.2	Pressure Regulating Unit Installation	1	Worker (1)
21	3.1.3	LNG Vaporizers Installation	1	Worker (1)
22	3.1.4	LNG Tanks Installation	1	Worker (2)
23	3.1.5	Interconnecting Pipe Fabrication & Installation	16	Worker (10)
24	3.1.6	Non Destructive Testing (NDT)	3	Worker (8)
25	3.2	Electrical & Control Work	149	
26	3.2.1	MDB & Control Panel Assembly (at workshop)	14	Worker (3)
27	3.2.2	FAT for MDB & Control Panel (at workshop)	1	Worker (2)
28	3.2.3	MDB & Control Panel Installation	1	Worker (1)
29	3.2.4	Lighting Installation	3	Worker (2)
30	3.2.5	Grounding System Installation	3	Worker (3)
31	3.2.6	Lightning Protection System Installation	3	Worker (5)
32	3.2.7	Safety System Installation	1	Worker (4)
33	3.2.8	Electrical Equipment & Instrument Installation	7	Worker (6)
34	3.2.9	Instrument Tubing	3	Worker (5)
35	3.2.10	Conduit Installation	3	Worker (5)
36	3.2.11	Power & Instrument Cable Wiring	3	Worker (4)
37	3.2.12	Instrument Loop Testing	1	Worker (3)
38	3.2.13	Functional Testing	1	Worker (3)
39	3.3	Internal Safety & Quality Audit	1	Worker (3)
40	3.4	Punch List Correction	7	Worker (3)
41	4	Project Closeout	10	Foreman (1),Site Engineer (1),Safety Officer (1)
42	4.1	LNG Cool Down and First Fill	1	Worker (2)
43	4.2	Startup & Commissioning	1	Worker (3)
44	4.3	Final Document Submission	7	Draftman (1)
45	4.4	Operation & Maintenance Training	1	-
46	4.5	Handover the Project	0	-

หลังจากที่ได้ข้อมูลการกำหนดระยะเวลาและการประมาณกำลังคนที่ต้องการใช้ของแต่ละกิจกรรม และข้อมูลแผนภูมิโครงข่ายโครงการเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมแล้วนั้น ถัดไปจะดำเนินการจัดทำแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) โดยกำหนดวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรมให้สอดคล้องกับข้อมูลข้างต้นและจัดทำแผนให้สามารถส่งมอบโครงการได้ทันตามแผนซึ่งถือเป็นข้อจำกัด (Constraint) ของโครงการนี้ ทั้งนี้จะใช้โปรแกรม Microsoft Project ในการดำเนินการ โดยแสดงผลในรูปแบบ Gantt Chart ผลลัพธ์เป็นไปตามรูปที่ 41

จากรูปที่ 41 กิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติ (Critical Path) นั้นเริ่มตั้งแต่งานออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering) ซึ่งมีกิจกรรมย่อยอยู่บนเส้นทางวิกฤติเกือบทุกกิจกรรมยกเว้นงานจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) สำหรับงานจัดหา (Procurement) นั้นเส้นทางวิกฤติคือการจัดหาอุปกรณ์หลักของสถานีฯ (Main-Equipment Procurement) ทั้งหมด สำหรับงานก่อสร้าง (Construction) จะประกอบไปด้วย 2 กิจกรรมย่อยคือ 1. งานเครื่องกล (Mechanical Work) ซึ่งทุกกิจกรรมที่อยู่ภายใต้อยู่บนเส้นทางวิกฤติ และ 2. งานไฟฟ้าและระบบควบคุม (Electrical & Control Work) ซึ่งกิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติจะเริ่มตั้งแต่งานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัด (Electrical Equipment & Instrument Installation) ไปจนถึงงาน Functional Testing นอกจากนี้ยังตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพโดยหน่วยงานภายในบริษัทกรณีศึกษา (Internal Safety & Quality Audit) และงานแก้ไขข้อบกพร่องรายการงานเก็บ (Punch List Correction) ก็ถือเป็นกิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติด้วย สำหรับงานปิดโครงการ (Project Closeout) นั้นทุกกิจกรรมที่อยู่ภายใต้อยู่บนเส้นทางวิกฤติ

จากที่กล่าวมานั้นจะพบว่ากิจกรรมส่วนใหญ่ของโครงการเป็นกิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติ ซึ่งหากกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤติใด ๆ นั้นเกิดความล่าช้า ก็มีความเสี่ยงที่จะส่งผลให้กำหนดการส่งมอบของโครงการเกิดความล่าช้าทันที ดังนั้นการบริหารโครงการก่อสร้างจะต้องให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติ จึงจัดทำแผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นบนกิจกรรมวิกฤติของโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยการระบุความเสี่ยง (Risk Identification), การประเมินความเสี่ยง (Risk Evaluation) และการควบคุมความเสี่ยง (Risk Control) เริ่มจากการระบุความเสี่ยง (Risk Identification) โดยสมาชิกโครงการร่วมกันระดมความคิด (Brainstorming) เพื่อค้นหาความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อโครงการ พบว่ามีความเสี่ยงทั้งหมด 8 ข้อ จากนั้นจึงทำการประเมินความเสี่ยง (Risk Evaluation) ของแต่ละข้อด้วยเมทริกซ์ประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix) ซึ่งเป็นเมทริกซ์ที่ใช้ในการประเมินระดับความเสี่ยง โดยวัดจากระดับความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น (Impact Level) และโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Probability) ดังรูปที่ 42 จากการประเมินความเสี่ยงพบว่าการจัดส่งอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ที่ล่าช้าถือเป็นความเสี่ยงสูงสุดของโครงการนี้ จึงต้องมีการควบคุมความเสี่ยง (Risk Control) โดยกำหนดแนวทางการบรรเทาความเสี่ยง (Risk Mitigation) ทั้งนี้ความเสี่ยงอื่น ๆ ของโครงการก็ต้องมีการกำหนดแนวทางดังกล่าวด้วยเช่นกัน สำหรับแนวทางการบรรเทาความเสี่ยง (Risk Mitigation) ของการจัดส่งอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ที่ล่าช้านั้นคือการติดตามสถานะการสั่งซื้อและการจัดส่งอุปกรณ์หลักด้วย Procurement Plan อย่างใกล้ชิด และติดตามวันที่เข้าติดตั้งอุปกรณ์หลัก ณ ไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ด้วย Bluetooth Beacon ซึ่งแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound ทั้งนี้

ผลลัพธ์ของแผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) ของโครงการสามารถแสดงได้ดัง
ตารางที่ 26

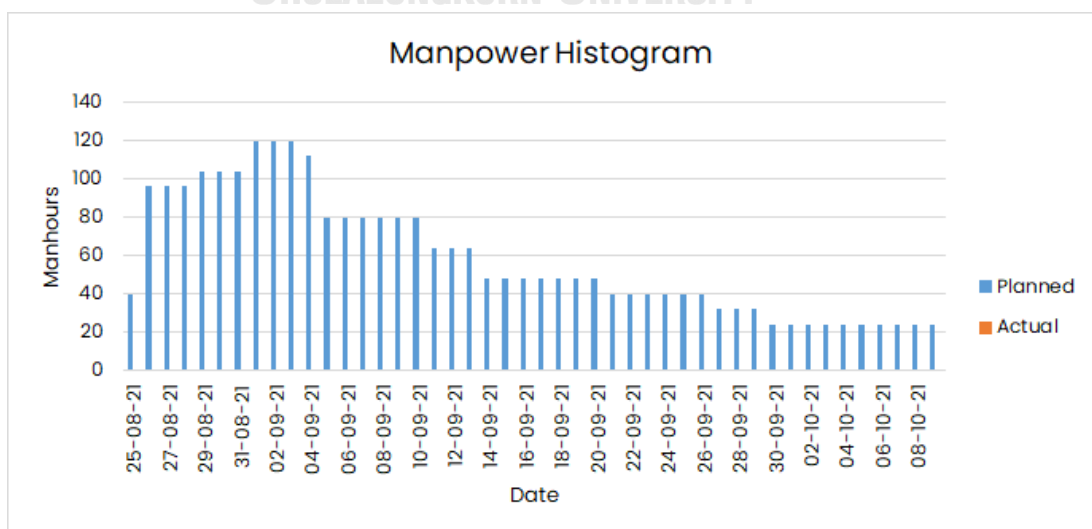
ตารางที่ 26 แผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) ของโครงการ

No	Risk Condition	Impact	Risk Evaluation			Risk Mitigation Activities
			Probability	Impact Level	Result	
1	Project documents review and approval are delayed	Delay in procurement and construction process	10%	L1	Low	Monitoring all project documents by review and approval workflow in Sitearound
2	Contractors can't deliver engineering documents on time		20%	L2	Moderate	Tracking project documents status closely by using master deliverable register (MDR)
3	The delivery of the main equipment may be delayed	Delay to install main equipment at construction site	40%	L4	Extreme	Tracking closely for main equipment's order status by using procurement plan and real-time tracking on main equipment installation by Bluetooth Beacon which are displayed in Sitearound
4	Rework may occur during the construction process	More time required for construction process	10%	L2	Low	Request for information (RFI) creation by contractors to clarify any informational uncertainties that may be found in any drawing, plans, or any other documents
5	Labour shortage during the construction process		30%	L3	High	Real-time tracking the manpower by using Bluetooth Beacon which are displayed in Sitearound
6	Work quality during the construction process may not meet the requirements		30%	L3	High	Control the work quality according to quality management plan which are implemented by Trello
7	Some component of system can't work as expected	More time required to complete some testing	10%	L1	Low	Ensuring all testing procedures are in place
8	Some critical activities may be delayed from the plan	Delay in project completion	25%	L3	High	Follow up the project progress by online weekly meeting and CCTV recording in Sitearound

		Impact Level				
		Insignificant (Easily mitigated)	Minor (Delay up to 10% of schedule)	Moderate (Delay up to 30% of schedule)	Major (Delay up to 50% of schedule)	Catastrophic (Project abandoned)
Probability	Almost certain (>90% chance)	High	High	Extreme	Extreme	Extreme
	Likely (50%-90% chance)	Moderate	High	High	Extreme	Extreme
	Moderate (20%-49% chance)	Low	Moderate	High	Extreme	Extreme
	Unlikely (5%-19% chance)	Low	Low	Moderate	High	Extreme
	Rare (<5% chance)	Low	Low	Moderate	High	High

รูปที่ 42 เมทริกซ์ประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix)

ถัดไปจัดทำฮิสโตแกรมของอัตรากำลังคน (Manpower Histogram) เพื่อใช้สำหรับติดตามอัตรากำลังคน (Manpower) ที่เข้ามาปฏิบัติงาน ณ ไซต์งานก่อสร้างรายวัน ว่าเพียงพอต่อการส่งมอบงานได้ทันตามกำหนดหรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่า Man-Hours ระหว่างที่ได้วางแผนไว้กับค่าที่เกิดขึ้นจริง ดังรูปที่ 43 ซึ่งจะช่วยให้เจ้าของโครงการรับรู้ได้ว่าในแต่ละวันนั้นมีกำลังคนที่เข้ามาปฏิบัติงาน ณ ไซต์งานก่อสร้างมากหรือน้อยกว่าแผนที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งหากน้อยกว่าแผนเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งเจ้าของโครงการสามารถพิจารณาแจ้งเตือนไปยังผู้รับเหมาเพื่อให้ดำเนินการปรับปรุงก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อให้การส่งมอบงานนั้นล่าช้าลงได้



รูปที่ 43 ฮิสโตแกรมของอัตรากำลังคน (Manpower Histogram) ของโครงการ

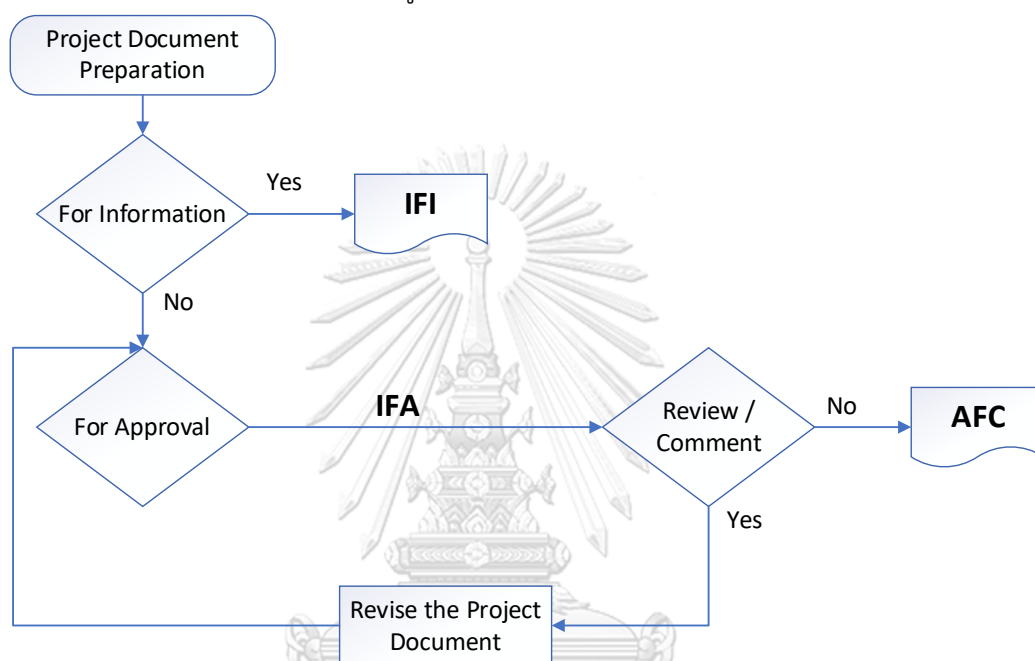
ถัดไปจัดทำแผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan) ของโครงการเพื่อกำหนดว่ากิจกรรมใดบ้างที่จะต้องควบคุมคุณภาพ ดังรูปที่ 44

PROJECT : LNG STATION OF EMPOWER STEEL CONSTRUCTION PROJECT						QUALITY MANAGEMENT PLAN		REV. : 0
OWNER : PTT PUBLIC COMPANY LIMITED						DATE : 15/03/2021		
CONTRACTOR : POLYTECHNOLOGY COMPANY LIMITED								
WBS	Task Description	Payment No.	Quality Standards or Project Specifications	Quality Task	Acceptance Criteria	Date Completed		
1.2-1.5	Create engineering documents	1	Design requirements in contract	Review engineering documents in detail	In accordance with design requirements in contract			
2.1.1-2.2.3	Main equipment and sub-equipment procurement	2 and 3	Equipment specifications in contract	Inspect of delivered equipment by using material certificates	In accordance with equipment specifications in contract			
3.1.1	Pressure regulating unit assembly (at workshop)	4	Piping & section detail drawing	Review pressure regulating unit assembly report	In accordance with piping & section detail drawing			
3.1.2-3.1.4	Main equipment installation at construction site	4	Equipment & piping layout plan	Review main equipment installation report	In accordance with equipment & piping layout plan			
3.1.5	Interconnecting pipe fabrication & Installation	4	API 1104	Review welding documents includes : - Welding qualification test (WQT) - Welding procedure specification (WPS) - Procedure qualification record (PQR) - Weld history sheet	In accordance with API 1104			
3.1.6	Non Destructive Testing (NDT)	4	ASME B31.3	Review NDT report -Liquid penetrant test report -Radiographic examination report -Hydrostatic test report -Nitrogen purging report	In accordance with ASME B31.3			
3.2.1	MDB & Control panel assembly (at workshop)	4	MDB & Control panel wiring diagram	Review MDB & Control panel assembly report	In accordance with MDB & Control panel wiring diagram			
3.2.2	FAT for MDB & Control panel (at workshop)	4	FAT for MDB & Control panel procedure	Review FAT for MDB & Control panel report	In accordance with FAT for MDB & Control panel procedure			
3.2.3-3.2.8, 3.2.10, 3.2.11	Electrical & Instrument installation	4	EIT standard	Review electrical & instrument installation report includes : - visual inspection checklist - cable continuity and insulation test report - instrument calibration report - ground resistance test report	In accordance with EIT standard			
3.2.9	Instrument Tubing	4	Tube fittings supplier manual	Review gas leak test report	In accordance with tube fittings supplier manual			
3.2.12	Instrument Loop Testing	4	SAT for MDB & Control panel procedure	Review instrument loop test report	In accordance with SAT for MDB & Control panel procedure			
3.2.13	Functional Testing	4	SAT for MDB & Control panel procedure	Review functional test report	In accordance with SAT for MDB & Control panel procedure			
4.1	LNG Cool Down and First Fill	5	LNG cool down & first fill procedure	Review LNG cool down and first fill report	In accordance with LNG cool down & first fill procedure			
4.2	Startup & Commissioning	5	Startup & commissioning procedure	Witness and review commissioning report	In accordance with startup & commissioning procedure			
4.5	Handover the Project	5	Project requirements in contract	Project handover checklist	Fulfilled all project requirements			

รูปที่ 44 แผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan)

จากรูปที่ 44 จะพบว่ามิกิจกรรมซึ่งอ้างอิงจากแผนระยะเวลาของโครงการ (Project Schedule) ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพงานของโครงการนี้ทั้งหมด 36 กิจกรรม ซึ่งครอบคลุมทุกงวดงานของโครงการ โดยกิจกรรมดังกล่าวนี้จะต้องถูกควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Acceptance Criteria) ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ถูกกำหนดตามเอกสารข้อกำหนดขอบเขตงาน (TOR) ของโครงการที่ได้มีการระบุมาตรฐานคุณภาพของงาน (Quality Standards) หรือคุณลักษณะที่โครงการกำหนดไว้ (Project Specification) ทั้งนี้แนวทางการควบคุมคุณภาพงานของแต่ละกิจกรรมนั้นจะต้องปฏิบัติตาม Quality Task ที่กำหนดไว้

ถัดไปจัดทำ Master Deliverable Register (MDR) เพื่อใช้ในการติดตามสถานะของเอกสารโครงการทั้งหมดจากผู้รับเหมาซึ่งสามารถแบ่งหมวดหมู่ของเอกสารออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ Construction Work Procedure, Engineering Design & Equipment Sizing, Equipment Specification (Data sheet), Construction Drawing, Material Certificate, Construction Report และ Operation & Maintenance Manual โดยสถานะของเอกสารโครงการจะแบ่งออกเป็น 3 สถานะซึ่งมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 45



รูปที่ 45 สถานะของเอกสารของโครงการ

จากรูปที่ 45 การติดตามสถานะเอกสารของโครงการนั้นได้มีการแบ่งสถานะของเอกสารออกเป็น 3 สถานะ ได้แก่สถานะ Issue For Information (IFI) ซึ่งหมายถึงกรณีเอกสารของโครงการนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข้อมูลให้เจ้าของโครงการรับทราบ (ไม่ต้องขออนุมัติ) ซึ่งเมื่อผู้รับเหมาจัดเตรียมเสร็จแล้วนั้นถือว่าการจัดทำเอกสารในส่วนนี้ครบถ้วนสมบูรณ์ ถัดไปสถานะ Issue For Approval (IFA) หมายถึงกรณีเอกสารของโครงการนั้นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการก่อนการก่อสร้างจริง ซึ่งหากเจ้าของโครงการดำเนินการทบทวนแล้วพบว่าเอกสารดังกล่าวยังต้องมีข้อปรับปรุงนั้น ทางผู้รับเหมาจะต้องดำเนินการปรับปรุงเอกสารใหม่จนกว่าจะไม่มีข้อแก้ไข โดยจะถูกเปลี่ยนสถานะของเอกสารเป็นสถานะ Approved For Construction (AFC) ซึ่งถือเป็นเอกสารที่ใช้ในการก่อสร้างจริง ทั้งนี้เจ้าของโครงการสามารถรับรู้ถึงความรวดเร็วหรือล่าช้าของการจัดทำเอกสารของโครงการทั้งหมดโดยเปรียบเทียบระหว่างวันที่คาดว่าจะแล้วเสร็จกับวันที่แล้วเสร็จจริง โดยฟอร์มการติดตามสถานะของเอกสารของโครงการทั้งหมดนั้นมีชื่อว่า Master Deliverable Register (MDR) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 46

PROJECT : LNG STATION OF EMPOWER STEEL CONSTRUCTION PROJECT										Rev. : 0		Prepared by : Kanokorn K.	
OWNER : PTT PUBLIC COMPANY LIMITED										Date : 16/03/2021		Review by : Chanon C.	
CONTRACTOR : POLYTECHNOLOGY COMPANY LIMITED										Date : 16/03/2021		Update by : Kanokorn K.	
MASTER DELIVERABLE REGISTER (MDR)													
Document No.	Document Title	Rev.	Revision Date	IFI		IFA		AFC		Doc. Status	Document Progress (%)		
				Planned Date	Actual Date	Planned Date	Actual Date	Planned Date	Actual Date				
CD-IE-EPWS-019	Control Panel Layout			-	-	24-04-21		27-04-21					
CD-IE-EPWS-020	Control Panel Wiring Diagram			-	-	24-04-21		27-04-21					
CD-IE-EPWS-021	Tubing Plan and Detail for Gas Supply Drawing			-	-	24-04-21		27-04-21					
	Material Certificate												
MC-ME-EPWS-001	LNG Tank Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-002	LNG Vaporizer Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-003	Pressure Regulator Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-004	Ball Valve Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-005	Pressure Relief Valve Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-006	Actuator Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-ME-EPWS-007	Pipe & Pipe Fitting Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-EE-EPWS-008	Explosion Proof Equipment Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-EE-EPWS-009	Dry Chemical Fire Extinguisher Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-EE-EPWS-010	MDB Panel Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-EE-EPWS-011	Electrical Cable Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-012	Control Panel Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-013	Solenoid Valve Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-014	Manifold Valve Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-015	Pressure Gauge Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-016	Pressure Transmitter Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-017	Level Transmitter Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-018	Temperature Transmitter Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-019	Gas Detector Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-020	Flame Detector Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-021	Instrument Cable Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
MC-IE-EPWS-022	Tube & Tube Fitting Certificate	-	-	21-08-21		-	-	-	-				
	Construction Report												
RP-ME-EPWS-001	Welding Documents	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-ME-EPWS-002	NDT Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-ME-EPWS-003	Pressure Regulating Unit Assembly Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-ME-EPWS-004	Main Equipment Installation Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-ME-EPWS-005	LNG Cool Down and First Fill Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-ME-EPWS-006	Commissioning Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-EE-EPWS-007	MDB & Control Panel Assembly Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-EE-EPWS-008	FAT for MDB & Control Panel Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-EE-EPWS-009	Electrical & Instrument Installation Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-IE-EPWS-010	Instrument Loop Test Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-IE-EPWS-011	Functional Test Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
RP-IE-EPWS-012	Gas Leak Test Report	-	-	09-10-21		-	-	-	-				
	Operation & Maintenance Manual												
OM-All-EPWS-001	Operation Manual			-	-	13-10-21		17-10-21					
OM-All-EPWS-002	Maintenance Manual			-	-	13-10-21		17-10-21					

รูปที่ 46 Master Deliverable Register (MDR) ของโครงการ

ถัดไปจัดทำ Procurement Plan เพื่อใช้ในการติดตามสถานะการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างสถานีฯ จากผู้รับเหมา ซึ่งสามารถแบ่งหมวดหมู่ของวัสดุและอุปกรณ์ออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ Main Equipment และ Sub Equipment โดยสถานะการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์จะแบ่งออกเป็น 3 สถานะ ได้แก่ สถานะ Purchase Requisition (PR) ซึ่งหมายถึงการจัดหาวัสดุนั้นมีการออกไปขอซื้อวัสดุโดยผู้รับเหมาแล้วแต่ยังไม่ได้รับการอนุมัติโดยผู้มีอำนาจของบริษัทผู้รับเหมา, สถานะ Purchase Order หมายถึงการจัดหาวัสดุนั้นได้รับอนุมัติจากผู้มีอำนาจของบริษัทผู้รับเหมาแล้วและได้จัดส่งใบสั่งซื้อให้กับผู้ขายเพื่อยืนยันการสั่งซื้อวัสดุแล้ว และท้ายสุดคือสถานะ Delivered หมายถึงวัสดุนั้นได้ขนส่งถึงปลายทาง (บริษัทผู้รับเหมา) แล้ว ซึ่งถือว่ากระบวนการจัดหาวัสดุนั้น ๆ สำเร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้เจ้าของโครงการสามารถรับรู้ถึงความรวดเร็วหรือล่าช้าของการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดโดยเปรียบเทียบระหว่างวันที่คาดว่าจะแล้วเสร็จกับวันที่แล้วเสร็จจริง โดยฟอร์มการติดตามสถานะของเอกสารของวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดนั้นมีชื่อว่า Procurement Plan ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 47

PROJECT : LNG STATION OF EMPOWER STEEL CONSTRUCTION PROJECT		Rev. : 0		Prepared by: Kanokorn K.						
OWNER : PTT PUBLIC COMPANY LIMITED		PROCUREMENT PLAN				Review by: Chanon C.				
CONTRACTOR : POLYTECHNOLOGY COMPANY LIMITED		Date : 17/03/64		Update by : Kanokorn K.						
No.	Material Description	Qty	PR		PO		Deliverd		Procurement Status	Procurement Progress (%)
			Planned Date	Actual Date	Planned Date	Actual Date	Planned Date	Actual Date		
1.	Main Equipment									
1.1	LNG Tank 60,000 L.	2 Set	24-04-21		30-04-21			21-08-21		
1.2	LNG Vaporizer 700 kg/hr.	2 Set	21-04-21		28-04-21			19-07-21		
1.3	Pressure Regulator	2 Ea	18-04-21		25-04-21			16-06-21		
2.	Sub-Equipment									
2.1	Safety Equipment									
2.1.1	Alarm Unit	1 Lot	18-04-21		25-04-21			02-05-21		
2.1.2	ESD Break Glass (Ex)	1 Lot	18-04-21		25-04-21			02-05-21		
2.1.3	Gas Detector	1 Lot	18-04-21		25-04-21			02-05-21		
2.1.4	Flame Detector	1 Lot	18-04-21		25-04-21			02-05-21		
2.1.5	Dry Chemical Fire Extinguisher	1 Lot	18-04-21		25-04-21			02-05-21		
2.2	Electrical & Control Equipment									
2.2.1	Area Lighting (LED 150 W)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.2	Power Plug & Receptacle (4P) (Ex)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.3	Power Plug & Receptacle (3P) (Ex)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.4	Switch 1 gang (Ex)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.5	MDB & Control Panel	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.6	Human Machine Interface (HMI)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.7	Progrmmable Logical Controller (PLC)	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.2.8	Electrical Cable and Conduit	1 Lot	21-04-21		28-04-21			05-05-21		
2.3	Process Instruments & Pipe Fitting									
2.3.1	Pressure Gauge Dia. 100 mm. 1/2" NPT	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.2	Pressure Gauge Dia. 100 mm. 1/2" NPT	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.3	Pressure Gauge Dia. 63 mm. 1/4" NPT	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.4	Pressure Transmitter	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.5	Level Transmitter	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.6	Temperature Transmitter	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.7	Junction Box for Solenoid Valve (Ex)	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.8	Solenoid Valve 24 Vdc	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.9	Instrument Cable	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.10	Tube & Tube Fitting	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.3.11	Pipe & Pipe Fitting	1 Lot	24-04-21		30-04-21			23-05-21		
2.4	Valves									
2.4.1	Actuator for ESD Valve	1 Lot	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.2	Cryogenic Ball Valve	2 Ea	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.3	3" CS-Ball Valve 150#	4 Ea	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.4	1-1/2" CS Ball Valve 150#	4 Ea	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.5	Small Ball Valve 1/2" NPT #800	1 Lot	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.6	Pressure Relief Valve (CS)	1 Lot	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.7	Two-Way Valve Manifold 1/2" NPT	1 Lot	27-04-21		04-05-21			26-05-21		
2.4.8	Five-Way Valve Manifold 1/2" NPT	1 Lot	27-04-21		04-05-21			26-05-21		

รูปที่ 47 Procurement Plan ของโครงการ

หลังจากที่ได้ดำเนินการจัดทำแผนบริหารโครงการต่าง ๆ แล้วเสร็จซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะจัดประชุม Review ร่วมกันระหว่างฝ่ายเจ้าของโครงการและฝ่ายผู้รับเหมา เพื่อหารือถึงแผนที่ได้จัดทำขึ้นมาทั้งหมดว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตงานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาคือกรณีที่มีสมาชิกโครงการเพียงบางคนไม่เห็นชอบกับแผนดังกล่าว ก็จะต้องทำการปรับปรุงแผนที่เกี่ยวข้องและจัดประชุม Review ใหม่อีกครั้ง แต่กรณีที่สมาชิกโครงการทั้งหมดเห็นชอบแผนดังกล่าวแล้ว ก็จะใช้แผนเหล่านี้เป็นบรรทัดฐาน (Baseline) ในการติดตามและควบคุมงานตลอดทั้งโครงการ ซึ่งผลลัพธ์จากการประชุมดังกล่าวพบว่าสมาชิกโครงการทุกคนเห็นชอบกับแผนดังกล่าวทุกประการ

4.1.3 ช่วงการดำเนินงาน (Carrying the Work)

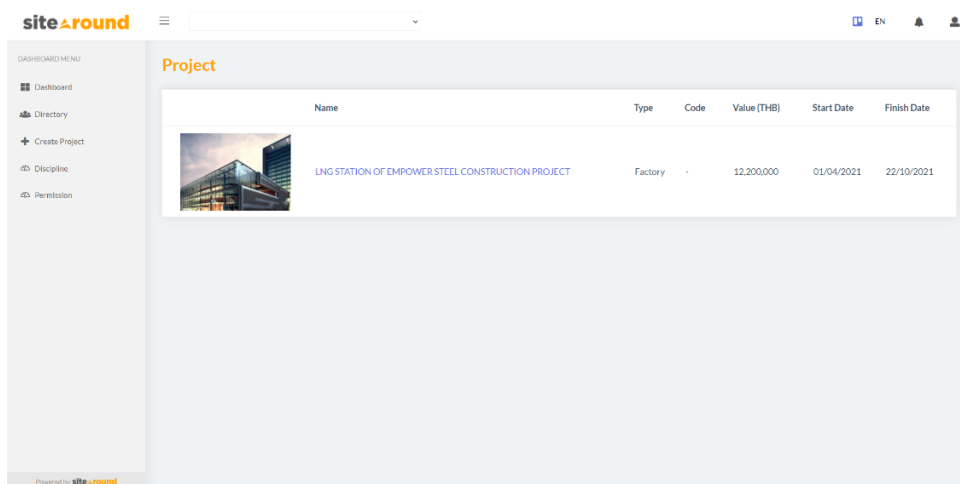
เมื่อแผนบริหารโครงการทั้งหมดที่ได้เตรียมการผ่านความเห็นชอบโดยสมาชิกโครงการทุกคนแล้ว ช่วงถัดไปของโครงการก็จะเข้าสู่ช่วงการดำเนินโครงการจริง (Project Execution) ช่วงระหว่างดำเนินการโครงการในแต่ละสัปดาห์นั้นจะมีกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการด้วยการประยุกต์ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (PMIS) ประกอบไปด้วย 1. ซอฟต์แวร์บริหารโครงการ (Project Management Software) ซึ่งได้มีการใช้งานทั้งหมด 3 โปรแกรม ได้แก่ Microsoft Project, Trello และ Sitaround และ 2. ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ซึ่งมีเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้างทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) และ Bluetooth Beacon ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ PMIS เพื่อติดตามและควบคุมโครงการนั้นจะมีการบูรณาการร่วมกับแผนบริหารโครงการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตงานของโครงการ

การนี้สำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการในแต่ละสัปดาห์นั้น สามารถสรุปได้โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ดำเนินการอัปเดตสถานะของเอกสารโครงการทั้งหมดของโครงการด้วยฟอร์ม Master Deliverable Register (MDR)
- ดำเนินการอัปเดตสถานะการสั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดของโครงการด้วยฟอร์ม Procurement Plan
- เอกสารของโครงการที่ต้องการขออนุมัติจะถูกทบทวนและพิจารณาอนุมัติบนพีเจอาร์ Submittal ของโปรแกรม Sitaround

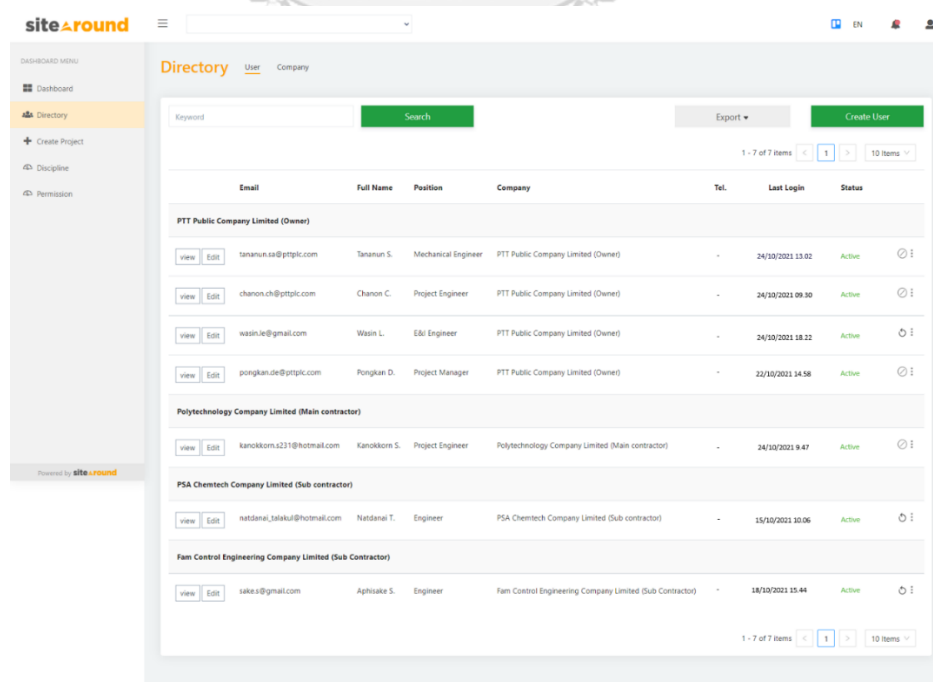
สำหรับเอกสารของโครงการที่ต้องได้รับการทบทวนและพิจารณาอนุมัติจากเจ้าของโครงการก่อนการก่อสร้างจริงอ้างอิงจาก Master Deliverable Register (MDR) นั้นจะต้องดำเนินการด้วยพีเจอาร์ Submittal ของโปรแกรม Sitaround

สำหรับการใช้งานโปรแกรม Sitearound ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ในครั้งแรกนั้น จะเริ่มต้นด้วยการสร้างโปรเจกต์ซึ่งจะต้องกรอกข้อมูลต่าง ๆ ของโครงการเช่น ชื่อของโครงการ, มูลค่าของโครงการ, วันเริ่มต้นของโครงการที่วางแผนไว้, วันสิ้นสุดของโครงการที่วางแผนไว้ และที่อยู่ของโครงการ เพื่อให้สมาชิกของโครงการทุกคนรับทราบถึงข้อมูลดังกล่าว ซึ่งเมื่อกรอกข้อมูลแล้วเสร็จนั้น โปรเจกต์ดังกล่าวก็จะปรากฏอยู่บนหน้าแรกของโปรแกรม ซึ่งมีหน้าตาเป็นดังรูปที่ 48



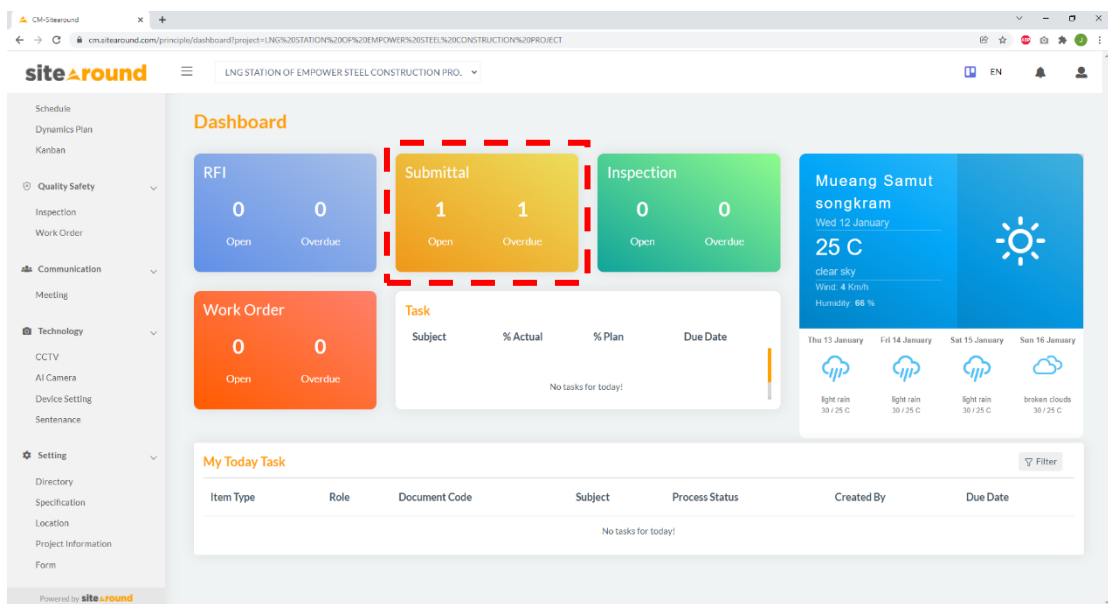
รูปที่ 48 หน้าแรกของโปรแกรม Sitearound ที่ได้มีการสร้างโปรเจกต์แล้ว

ถัดไปคือการสร้างแอดเค้าท์ของสมาชิกโครงการทั้งหมดลงบนโปรแกรมเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบไปด้วยเจ้าของโครงการ, ผู้รับเหมาหลัก และผู้รับเหมาช่วง โดยสมาชิกโครงการสามารถล็อกอินตามแอดเค้าท์ของตนเองเพื่อเข้าใช้งานโปรแกรมได้ หน้าตาเป็นไปตามรูปที่ 49



รูปที่ 49 หน้าตา Directory ของโปรแกรม Sitearound ซึ่งระบุแอดเค้าท์ของสมาชิกโครงการทั้งหมด

เมื่อคลิกเข้าไปยังโปรเจกต์ที่ได้สร้างขึ้นบนโปรแกรมเพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการแล้วนั้น จะพบหน้า Dashboard ดังรูปที่ 50 ซึ่งแสดงสถานะโดยรวมของโครงการ โดยฟีเจอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ Submittal นั้นจะแสดงผลภาพรวมของเอกสารโครงการที่มีอยู่ในระบบกรณีเอกสารใดอยู่ในสถานะ Open หมายถึงว่า เอกสารนั้นมีสถานะ IFI ซึ่งอยู่ระหว่างรอทบทวนหรือแก้ไขปรับปรุง สำหรับกรณีเอกสารใดอยู่ในสถานะ Overdue หมายถึงว่า เอกสารนั้นได้ยังไม่ได้ถูกอนุมัติเพื่อเป็นสถานะ AFC ซึ่งถือว่าล่าช้ากว่าแผนที่กำหนดไว้ ต้องมีการติดตามเร่งรัดต่อไป



รูปที่ 50 หน้าตา Dashboard ของโปรแกรม Sitearound

สำหรับการใช้งานฟีเจอร์ Submittal บนโปรแกรม Sitearound เพื่อให้เอกสารของโครงการที่เกี่ยวข้องได้รับการทบทวนและอนุมัติจากเจ้าของโครงการ เริ่มจากการเลือกเมนู Submittal บนโปรแกรมจากนั้นทำการสร้าง Submittal ใหม่โดยกรอกข้อมูลทั่วไปซึ่งมีหัวข้อหลักได้แก่

- Discipline - ระบุสาขาของเอกสารเช่น Civil, Electrical & Instrument หรือ Mechanical
- Document Number / Rev. - กำหนดทะเบียนประวัติของเอกสารให้ง่ายต่อการจำแนก
- Due Date - กำหนดวันครบกำหนดของเอกสาร ซึ่งหากเลยวันที่กำหนด โปรแกรมจะมีการส่งอีเมลล์แจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง
- Subject - กำหนดชื่อของเอกสาร
- Distribution List - ระบุรายชื่อสมาชิกของโครงการที่จะได้รับเอกสารนั้นเมื่อผ่านการอนุมัติเห็นชอบแล้ว ซึ่งในที่นี้หมายถึงผู้รับเหมาช่วง
- Description - อธิบายรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเอกสารนี้

หลังจากที่กรอกข้อมูลทั่วไปเสร็จแล้ว จึงทำการแนบเอกสารนั้นลงไปโปรแกรม และกำหนด Workflow ซึ่งคือการกำหนดการไหลของเอกสารโดยผู้ทบทวน (Reviewers) ในแต่ละขั้นนั้น

สามารถเปิดดูเอกสารผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ทันทีโดยไม่ต้องดาวน์โหลดมาเก็บไว้ก่อน และสามารถคอมเมนต์หรือลงนามอนุมัติเอกสารด้วย E-sign ได้ทันทีผ่านเมนูของโปรแกรม

สำหรับการกำหนดผู้ทบทวน (Reviewers) นั้นจะกำหนดให้เป็นสมาชิกโครงการฝั่งเจ้าของโครงการ (Owner) โดยขั้นแรกของการทบทวนเอกสารจะกำหนดเป็น วิศวกร (Engineer) ตามสาขา (Discipline) ของเอกสารนั้น ๆ เมื่อผ่านความเห็นชอบแล้วจะส่งต่อไปยังขั้นที่สองคือ วิศวกรโครงการ (Project Engineer) และขั้นสุดท้ายคือผู้จัดการโครงการ (Project Manager) ซึ่งหากเอกสารในขั้นตอนใดก็ตามถูกปฏิเสธ (Reject) เอกสารนั้นก็จะถูกส่งกลับไปยัง ผู้ริเริ่ม (Review Initiator) ในที่นี้หมายถึง ผู้รับเหมาหลัก ซึ่งมีหน้าที่ในการแก้ไขและปรับปรุงตามคอมเมนต์ของผู้ทบทวน (Reviewers) จนกว่าจะสมบูรณ์ เมื่อเอกสารได้ทำการอนุมัติแล้วก็จะมีการส่งต่อ (Distribution) ไปยังผู้รับเหมาช่วง เพื่อให้รับทราบถึงข้อมูลประกอบการก่อสร้างได้อย่างถูกต้อง รายละเอียดดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 51

The diagram illustrates the Submittal process in Sitaround, divided into three main stages:

- Create Submittal in Sitaround:** The main contractor creates a submittal by filling out general information (subject, due date, distribution list, etc.), attaching related files, and assigning reviewers. The screenshot shows a 'New Submittal' form with various fields for project details and reviewer assignments.
- Review and Approve:** Owners or reviewers can online markup all files attached to the submittal. They can make comments and decide to approve or reject the submittal. The screenshot shows a submittal entry with a table of documents for review.

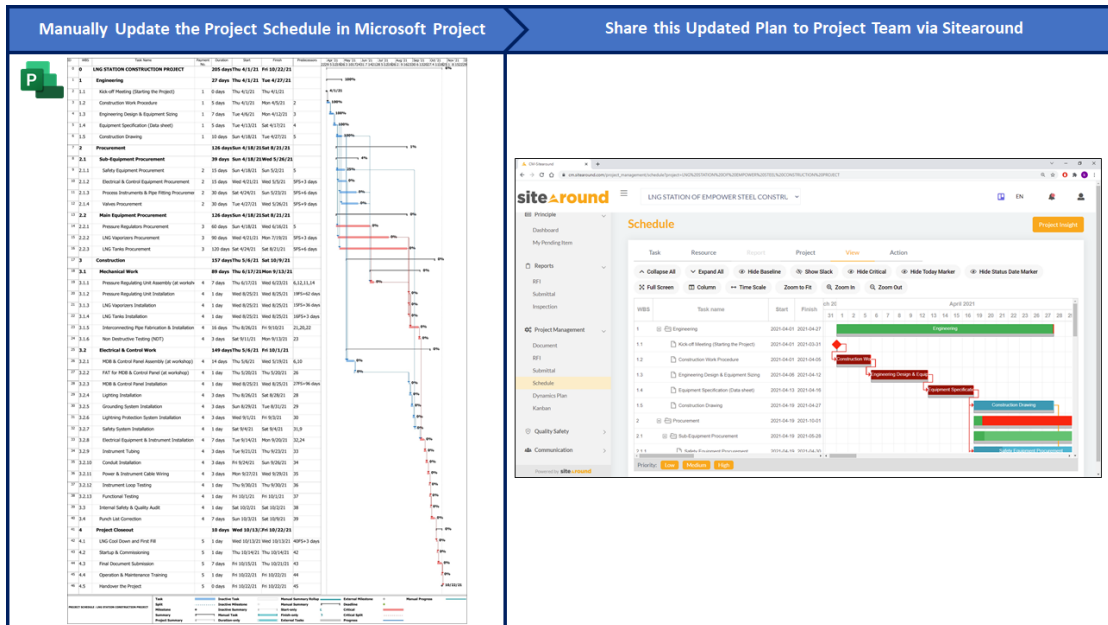
Document Code	Subject	Review Status	Task Decision	Document Number	Rev.	Ball In Court	Due Date	Completion Date
-00001	Approved for Piping	Approved	Approved	S-0000-0001	1		2024/02/01	2024/02/01
-00002	Approved for Electrical	Approved	Approved	S-0000-0002	1		2024/02/01	2024/02/01
-00003	Approved for Mechanical	Approved	Approved	S-0000-0003	1		2024/02/01	2024/02/01
- Distribution:** Distribute approved submittal to sub-contractor. The screenshot shows a distribution icon and a list of sub-contractors.

รูปที่ 51 การสร้าง Submittal บนโปรแกรม Sitaround เพื่อขออนุมัติเอกสารของโครงการ

- ดำเนินการอัปเดตแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ด้วยโปรแกรม Microsoft Project และแชร์แผนดังกล่าวผ่านพีเจเออร์ Built-in Schedule ของโปรแกรม Sitaround

อัปเดตแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ด้วยโปรแกรม Microsoft Project เพื่อเปรียบเทียบ %ความก้าวหน้า ระหว่างงานที่เกิดขึ้นจริงกับแผนงานที่กำหนดไว้ และอัปโหลดแผนงานดังกล่าวเพื่อแสดงผลในรูปแบบ Gantt Chart ผ่านพีเจเออร์ Built-in Schedule ของโปรแกรม Sitaround เพื่อให้สมาชิกของโครงการทุกคนสามารถรับทราบถึงความก้าวหน้าของโครงการได้อย่างทั่วถึงและเรียลไทม์ รายละเอียดดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 52 ทั้งนี้สำหรับ

กิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติ (Critical Path) นั้น โปรแกรม Sitearound สามารถแสดงเส้นแถบ (Bar) ของกิจกรรมเหล่านั้นด้วยแถบสีแดง เพื่อให้สมาชิกโครงการทุกคนให้ความสำคัญกับกิจกรรมดังกล่าวเพราะหากมีความล่าช้าเกิดขึ้นก็จะส่งผลการส่งมอบงานล่าช้าลงทันที



รูปที่ 52 อัปเดตแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) และแชร์บนโปรแกรม Sitearound

- ดำเนินการติดตามอัตรากำลังคนที่เข้าปฏิบัติงานอยู่บริเวณไซต์งานก่อสร้าง และติดตามวันเข้าติดตั้งอุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ณ ไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ ด้วย Bluetooth Beacon ซึ่งแสดงผลให้เห็นบนโปรแกรม Sitearound

ติดตามอัตรากำลังคนที่เข้าปฏิบัติงานอยู่บริเวณไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ โดยแจก Bluetooth Beacon ชนิด Beacon Card พร้อมสายคล้องคอเพื่อห้อยไว้กับคนงาน (Workers) และโฟร์แมน (Foreman) เมื่อเริ่มปฏิบัติงาน เมื่อคนงานหรือโฟร์แมนอยู่ในไซต์งานก่อสร้างก็จะมีผลการแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound แบบเรียลไทม์ หลังจากเลิกงานก็จะมีเรียกเก็บ Beacon Card ทั้งหมดคืนเพื่อลดความสับสน ซึ่งจะทำแจกเช่นนี้ไปทุก ๆ วันตราบเท่าที่มีกิจกรรมบนไซต์งานก่อสร้างเกิดขึ้น

สำหรับการติดตามวันเข้าติดตั้งอุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ณ ไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์นั้น สามารถทำได้เช่นกันโดยใช้ Bluetooth Beacon ชนิด Beacon Tag ยึดติดเข้ากับโครงสร้างของอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ที่ต้องการติดตาม เมื่ออุปกรณ์หลักเข้ามาติดตั้งภายในโซนของไซต์งานก่อสร้างแล้ว ก็จะมีการแสดงผลบนโปรแกรม Sitearound แบบเรียลไทม์

สำหรับการแสดงผลของพีเจอร์ Bluetooth Beacon เพื่อติดตามทรัพยากรของโครงการแบบเรียลไทม์บนโปรแกรม Sitearound นั้น ประกอบไปด้วยเมนูที่สำคัญทั้งหมด 2 รายการดังนี้

1. เมนู Daily Resource Status - เป็นเมนูที่แสดงสถานะทรัพยากรของโครงการที่ติดตามทั้งหมดเป็นรายวัน หน้าตาเป็นไปตามรูปที่ 53 โดยมีการแสดงผลที่สำคัญดังนี้

- Daily Manpower Status – แสดงสถานะของ Beacon Card ทั้งหมดที่อยู่ภายในโซนไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ ซึ่งหมายถึงคนงานหรือโพร์แมนที่ห้อย Beacon Card คนนั้นกำลังปฏิบัติงานอยู่ภายในไซต์งานก่อสร้าง (คอลัมน์ Today Status จะแสดงคำว่า “Active”) โดยจะมีการระบุข้อมูล First Check-in หมายถึง เวลาที่คนงานหรือโพร์แมนเริ่มเข้าปฏิบัติงานภายในไซต์งานก่อสร้างของวันนั้น , Last Check-out หมายถึง เวลาที่คนงานหรือโพร์แมนอยู่นอกโซนไซต์งานก่อสร้างล่าสุด (หาก Beacon Card ใดอยู่ภายนอกโซนฯ คอลัมน์ Today Status จะแสดงคำว่า “Not Active”) ซึ่งจังหวัดที่หายไปจากโซนไซต์งานก่อสร้างครั้งสุดท้ายในแต่ละวันนั้นจะหมายถึงเวลาเลิกงาน และ Daily Cumulative Working Hours หมายถึง ชั่วโมงการปฏิบัติงานจริงที่สะสมในแต่ละวัน (นับเฉพาะช่วงที่อยู่ในโซนไซต์งานก่อสร้างเท่านั้น) ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่า Man-Hours สะสมต่อวันที่ได้วางแผนไว้ในรูปแบบ Manpower Histogram

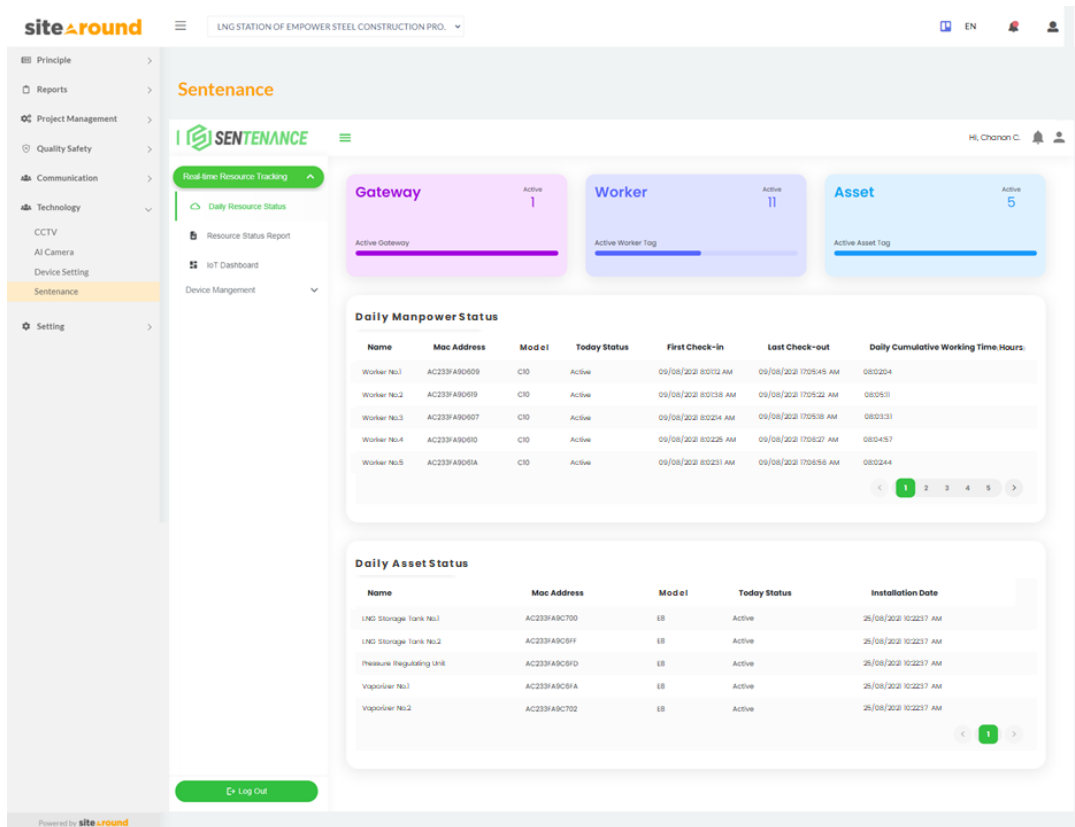
- Daily Asset Status – แสดงสถานะของ Beacon Tag ทั้งหมดที่อยู่ภายในโซนไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์ ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์หลักของสถานีฯ ดังกล่าวได้มีการขนย้ายเพื่อติดตั้งอยู่ภายในไซต์งานก่อสร้างแล้ว (คอลัมน์ Today Status จะแสดงคำว่า “Active”) โดยจะมีการระบุข้อมูล Installation Date ซึ่งหมายถึงวันที่อุปกรณ์หลักของสถานีฯ นั้นๆ ถูกขนย้ายเข้ามาติดตั้งภายในไซต์งานก่อสร้าง และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ที่วางแผนไว้ว่าติดตั้งเร็วหรือช้ากว่าแผน

2. เมนู IoT Dashboard – เป็นเมนูที่สรุปผลการติดตามทรัพยากรของโครงการ หน้าตาเป็นไปตามรูปที่ 54 โดยมีการแสดงผลที่สำคัญดังนี้

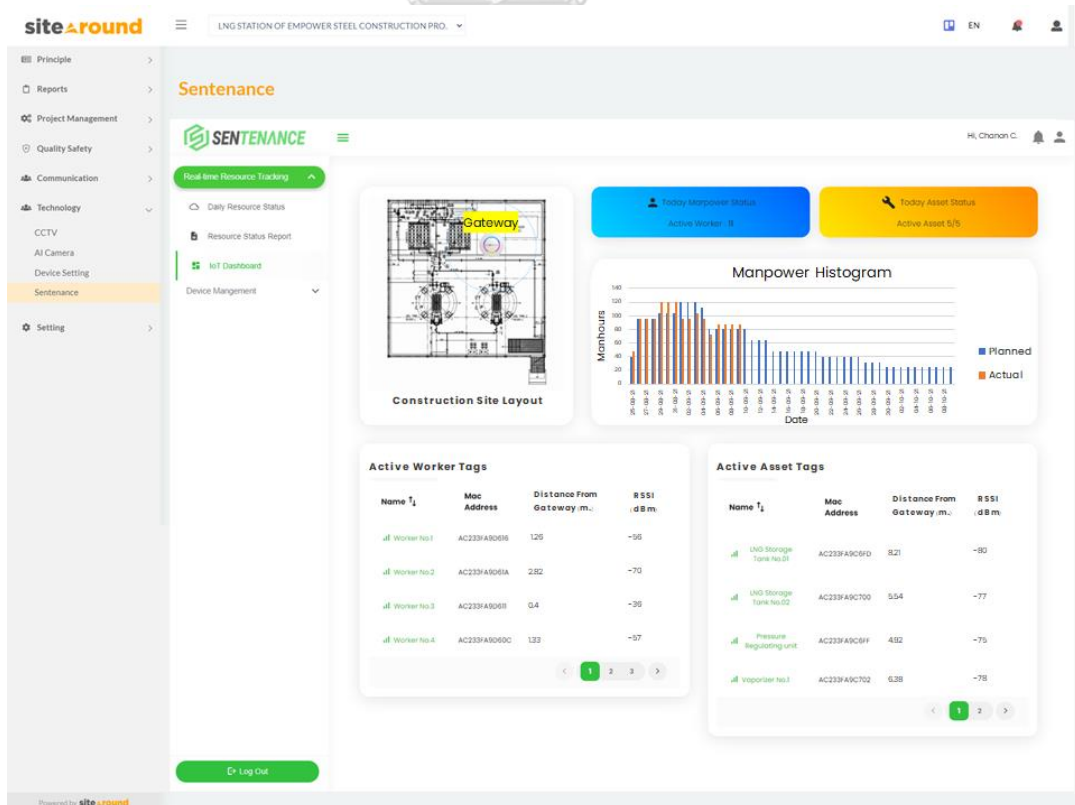
- Today Manpower Status / Today Asset Status – แสดงปริมาณของคนงาน, โพร์แมน และอุปกรณ์หลักๆ ที่อยู่ภายในไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์

- Active Worker Tags / Active Asset Tags – แสดงรายละเอียดเพิ่มเติม ได้แก่ ค่า Mac Address, ระยะห่างระหว่างทรัพยากรที่ติดตาม กับ Gateway (m.) และค่า RSSI (dBm.) เฉพาะ Beacon Card/ Tag ที่อยู่ภายในไซต์งานก่อสร้างแบบเรียลไทม์

- Manpower Histogram – แสดงฮิสโตแกรมของอัตรากำลังคนสะสมรายวันในรูปแบบ Man-Hours ซึ่งสามารถเปรียบเทียบค่า Man-Hours ระหว่างที่วางแผนไว้กับที่เกิดขึ้นจริง โดยโปรแกรมจะมีการอัปเดต Man-Hours สะสมที่เกิดขึ้นจริงทุกวัน เพื่อให้สมาชิกโครงการรับรู้ถึงความต้องการทางด้านอัตรากำลังคนว่าเพียงพอต่อการก่อสร้างหรือไม่ โดยหากเจ้าของโครงการพบว่าระหว่างการก่อสร้างนั้นมีการใช้คนงานที่น้อยกว่าแผนติดต่อกันเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก็จะมีนัดประชุมหากกับผู้รับเหมาเพื่อสอบถามปัญหาและแจ้งผู้รับเหมาให้จัดหาคนงานมากขึ้นเพื่อให้งานก่อสร้างแล้วเสร็จตามแผน



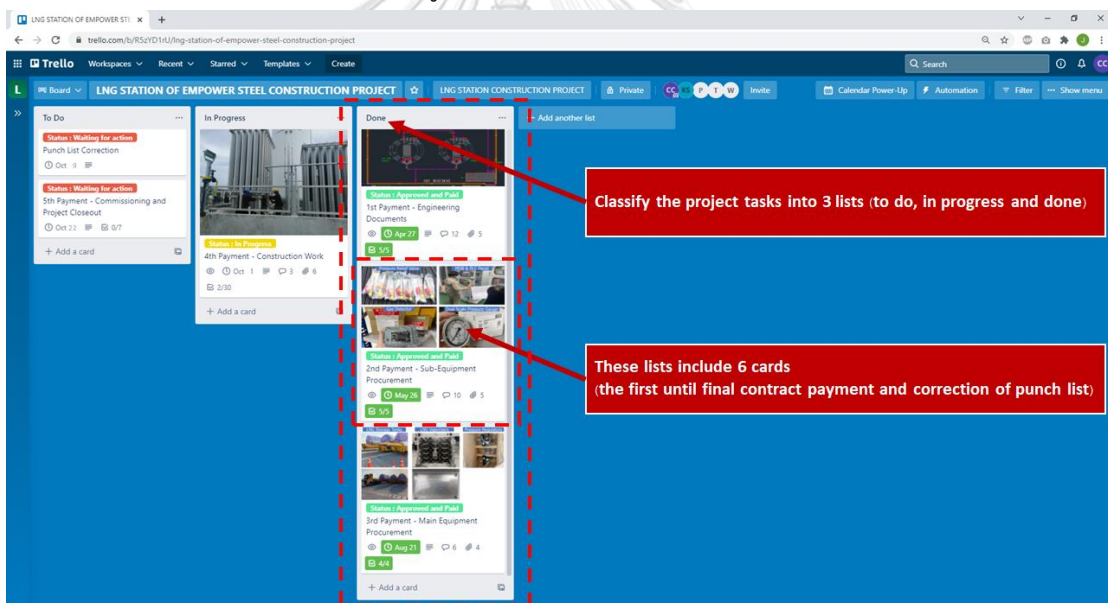
รูปที่ 53 หน้าตา Daily Manpower Status ของโปรแกรม Sitearound



รูปที่ 54 หน้าตา IoT Dashboard (Bluetooth Beacon) ของโปรแกรม Sitearound

- ดำเนินการควบคุมคุณภาพงานของโครงการแบบเรียลไทม์ และพิจารณาตรวจรับงานตามงวดงาน โดยการใช้โปรแกรม Trello

การควบคุมคุณภาพงานของโครงการแบบเรียลไทม์ และพิจารณาตรวจรับงานตามงวดงาน นั้นจะใช้โปรแกรม Trello ในการดำเนินการ โดยเริ่มต้นจากการสร้างแอคเคาท์และล็อกอินเข้าใช้งาน โปรแกรมผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นทำการสร้างบอร์ด (Board) เพื่อใช้เป็นช่องทางในการ ควบคุมคุณภาพและตรวจรับงานของโครงการนี้ ถัดไปทำการเชิญสมาชิกของโครงการทั้งหมดเพื่อให้ สามารถเข้าถึงและใช้งานบอร์ดนี้ได้ หลังจากนั้นจะทำการสร้างลิสต์ (Lists) ลงในบอร์ด โดยลิสต์จะ แบ่งตามความก้าวหน้าของงานในปัจจุบัน จึงสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลิสต์ชื่อว่า To Do, In Progress และ Done ตามลำดับ ถัดไปทำการสร้างการ์ด (Card) ลงในลิสต์ ซึ่งกำหนดจากงวดงานของโครงการ ทั้งหมด 5 งวดและบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) จึงสามารถแบ่งออกเป็น 6 การ์ดชื่อว่า 1st Payment, 2nd Payment, 3rd Payment, 4th Payment, 5th Payment และ Punch List Correction ตามลำดับ ผลลัพธ์เป็นดังรูปที่ 55



รูปที่ 55 หน้าตาโปรแกรม Trello เพื่อควบคุมคุณภาพงานของโครงการ

การ์ดแต่ละใบจะมีการสร้าง Checklist ทั้งหมด 2 หัวข้อ เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพงาน และพิจารณาตรวจรับงานตามงวดงานนั้น ๆ สำหรับ Checklist แรกประกอบไปด้วยรายการงาน (Work Package) หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนงวดงานนั้น ๆ ซึ่งอ้างอิงมาจาก WBS ของแผนระยะเวลา โครงการ (Project Schedule) และ Checklist ที่สองประกอบไปด้วยรายการตรวจสอบคุณภาพงาน ของงวดงานนั้น ๆ ซึ่งอ้างอิงมาจากแผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan) ของโครงการ

เมื่อผู้รับเหมาได้ปฏิบัติงานตามรายการงาน (Work Package) ใด ๆ แล้วเสร็จ จะต้องแจ้งเจ้าของโครงการโดยคลิกเข้าไปยังการ์ดที่สัมพันธ์กับงานนั้น เพื่อนำส่งหลักฐานเช่น รูปถ่ายหรือไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำเสนอให้กับเจ้าของโครงการพิจารณาตรวจสอบ โดยทั้งสองฝั่งสามารถพูดคุยโต้ตอบระหว่างกันผ่านทางแชทซึ่งอยู่ภายในการ์ดนั้น ๆ ได้แบบเรียลไทม์เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เมื่อเจ้าของโครงการได้รับข้อมูลดังกล่าวแล้ว ก็จะพิจารณาตรวจสอบงาน ซึ่งหากข้อมูลที่ผู้รับเหมาส่งมายังไม่สมบูรณ์ หรือมีจุดบกพร่อง เจ้าของโครงการสามารถแจ้งไปยังผู้รับเหมาผ่านทางแชทเพื่อให้ปรับปรุงแก้ไข ท้ายสุดเมื่องานดังกล่าวครบถ้วนสมบูรณ์แล้วเจ้าของโครงการจะเลือกติ๊กถูกบนกล่องรายการของ Checklist ที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น เพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่างานดังกล่าวได้ผ่านการตรวจรับแล้ว ข้อดีที่สำคัญของโปรแกรม Trello ก็คือมีการเก็บบันทึก Activity Log ของทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนโปรแกรม ซึ่งทำให้ฝั่งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมามีความรอบคอบในการใช้งานโปรแกรมมากขึ้นเนื่องจากทุกการกระทำสามารถตรวจสอบได้ว่าดำเนินการโดยผู้ใด

เมื่อผู้รับเหมาผ่านการตรวจรับงานด้วย Checklist จากเจ้าของโครงการครบทุกรายการบนงวดงานใดแล้ว จะหมายถึงงวดงานนั้นมีความสมบูรณ์ทั้งในแง่ของขอบเขตงานที่กำหนดและคุณภาพงานที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้รับเหมาสามารถขอเบิกเงินจากงวดงานนั้น ๆ ได้ตามสัญญาโดยปริ้นท์รูปภาพของการ์ดนั้น ๆ เพื่อใช้เป็นหลักฐานประกอบการเบิกเงิน ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 56

After completing some tasks of each contract payment, contractor can deliver the task with photos or reports and then notice to owner via Trello

At the same time, the owner inspects each task for completeness of scope and quality

4th Payment - Construction Work
in list In Progress

Status: In Progress | Due date: Oct 1 at 12:00 AM

Description: Construction work for LNG station of EMPOWER STEEL construction project (4th Payment)

Attachments:

- 4.2.2 Main Equipment Installation Report.PDF
- 4.1.4 LNG Tanks Installation.jpg
- 4.1.3 LNG Vaporizers Installation.jpg
- 4.1.2 Pressure Regulating Unit Installation.jpg

Checklist:

- 4.1 Work Package of 4th Payment Checklist (Scope of Work)
 - 4.1.1 Pressure-Regulating Unit Assembly (at workshop)
 - 4.1.2 Pressure-Regulating Unit Installation
 - 4.1.3 LNG Vaporizers Installation
 - 4.1.4 LNG Tanks Installation
- 4.2 Work Quality of 4th Payment Checklist (Work Quality)
 - 4.2.1 Pressure-regulating-unit assembly report must be in accordance with piping & section-detail drawing
 - 4.2.2 Main-equipment-installation report must be in accordance with equipment & piping layout plan

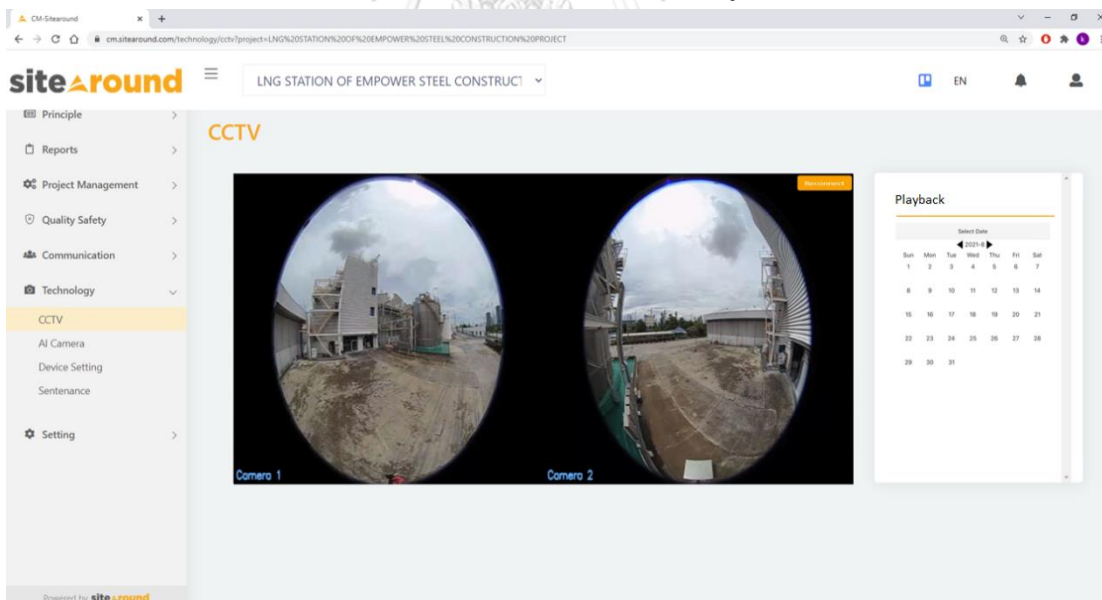
Comment: @chanonchurachit Please inspect main equipment installation (refer to work package no. 4.1.2-4 and work quality no. 4.2.2) as attached photos and report.

After all checklists have been completed, contractor will print out this card as an invoice supporting document

รูปที่ 56 การควบคุมคุณภาพงานและตรวจรับงาน ด้วยโปรแกรม Trello

- ดำเนินการติดตามความก้าวหน้าของโครงการแบบเรียลไทม์ โดยใช้กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้าง ถ่ายทอดภาพเคลื่อนไหวไปยังโปรแกรม Sitearound ซึ่งสามารถเรียกดูกิจกรรมที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้ (Playback)

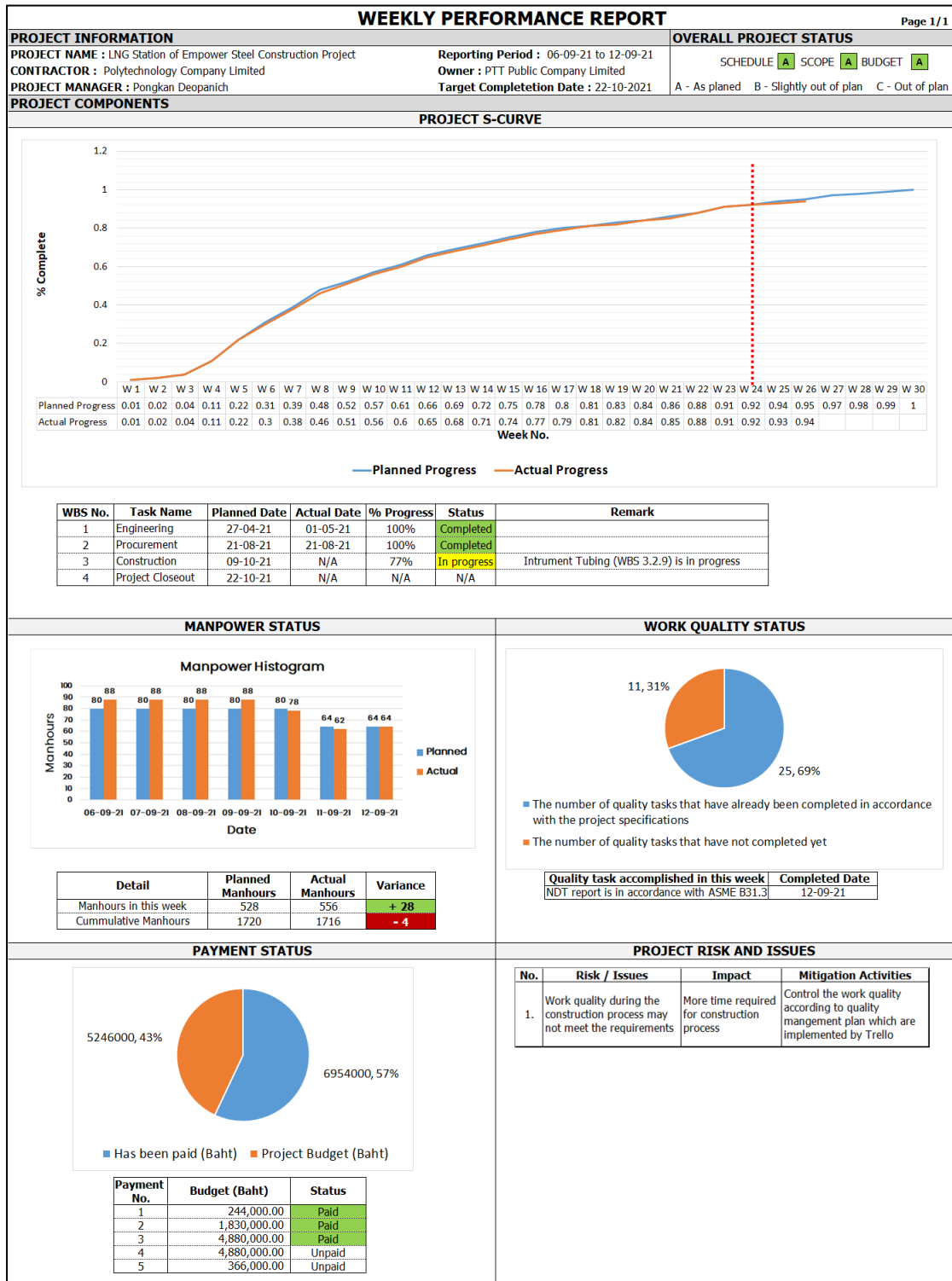
การใช้กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) ที่ติดตั้งอยู่ ณ ไซต์งานก่อสร้าง ถ่ายทอดภาพเคลื่อนไหวหรือสตรีมมิ่งบนโปรแกรม Sitearound หน้าตาแสดงได้ดังรูปที่ 57 นั้น ทำให้สมาชิกของโครงการทุกคนสามารถติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจริงจากการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) และเปรียบเทียบกับแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ หากเจ้าของโครงการพบว่าความก้าวหน้าจริงนั้นหน้างานล่าช้ากว่าแผนที่กำหนดไว้ ก็สามารถเร่งรัดงานจากผู้รับเหมาได้ทันทีโดยไม่ต้องรอการรายงานผลดำเนินงานจากในที่ประชุม นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถเรียกดูวิดีโอของกิจกรรมที่เกิดขึ้นย้อนหลัง (Playback) ได้ ซึ่งทำให้เจ้าของโครงการสามารถตรวจสอบกิจกรรมก่อสร้างที่สำคัญย้อนหลังได้เช่น งานทดสอบระบบงานติดตั้งอุปกรณ์หลัก เป็นต้น, สามารถทวนสอบเวลาเข้า – ออกของคณงาน, สามารถทวนสอบจำนวนคณงานในแต่ละช่วงเวลา, สามารถตรวจสอบความปลอดภัยขณะการปฏิบัติงานของคณงานเช่น การสวมใส่ PPE ขณะปฏิบัติงาน การทำงานอย่างผิดวิธี เป็นต้น, สามารถตรวจสอบบุคลากรภายนอกที่เข้ามาในไซต์งานก่อสร้าง และสามารถป้องกันทรัพย์สินหน้างานสูญหายได้



รูปที่ 57 การสตรีมมิ่งกล้องวงจรปิด (CCTV Camera) จากไซต์งานก่อสร้าง ผ่านโปรแกรม Sitearound

- ดำเนินการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์เพื่อสรุปความก้าวหน้าของโครงการ โดยมีการใช้ข้อมูลจากการแสดงผลของ PMIS ร่วมด้วย

จัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ โดยใช้ข้อมูลจากการแสดงผลของ PMIS ร่วมด้วยเพื่อให้รับรู้ถึงความก้าวหน้าของโครงการในทุกแง่มุม ซึ่งประกอบไปด้วย Project S-Curve, Manpower, Work Quality, Payment และ Risk and Issues ตัวอย่างเป็นไปตามรูปที่ 58

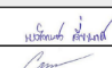
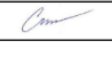


รูปที่ 58 ตัวอย่างรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ของโครงการก่อสร้าง

ทั้งนี้ในแต่ละสัปดาห์จะมีการประชุมในรูปแบบออนไลน์ โดยใช้ข้อมูลจากรายงานผลการดำเนินงานรายสัปดาห์ในการนำเสนอเรื่องความก้าวหน้าของโครงการ รวมถึงการหารือประเด็นปัญหาที่พบเจอระหว่างการดำเนินงานและการเร่งรัดโครงการให้สามารถแล้วเสร็จตามแผนงานที่กำหนด จากนั้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จตามขอบเขตงานก็จะเข้าสู่ช่วงสุดท้ายคือการปิดโครงการ (Ending the Project)

4.1.4 ช่วงการปิดโครงการ (Ending the Project)

สำหรับช่วงสุดท้ายคือการปิดโครงการ (Ending the Project) โดยหลังจากที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จก็จะตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของงานก่อสร้างโดยแผนกภายในของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นจะได้รับหนังสือแสดงบัญชีรายการงานเก็บ (Punch List) เพื่อแจ้งให้ดำเนินการแก้ไขก่อนการจ่ายก้ำกั สำหรับการติดตามการแก้ไขงานเก็บนั้นจะใช้โปรแกรม Trello ซึ่งจะกำหนดหัวข้องานเก็บในรูปแบบ Checklist หน้าตาเป็นดังรูปที่ 55 โดยมีการระบุวันที่ครบกำหนด (Due date) ไว้ ทั้งนี้ผู้รับเหมาจะต้องดำเนินการแก้ไขและนำส่งหลักฐานเช่น รูปถ่าย หรือไฟล์รายงานการแก้ไขงานเก็บภายในวันที่กำหนดเพื่อให้เจ้าของโครงการพิจารณาตรวจสอบ หลังการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ก็จะดำเนินการ Startup and Commissioning นำส่งเอกสารส่งมอบ (Final Document) จัดอบรม Operation & Maintenance (O&M) ณ ไซต์งานก่อสร้าง และจัดทำเอกสารส่งมอบงานของโครงการ (Project Handover Checklist) หน้าตาเป็นดังรูปที่ 59 เพื่อยืนยันความครบถ้วนของงานและส่งมอบโครงการให้กับแผนกบำรุงรักษาต่อไป

PROJECT HANDOVER CHECKLIST			
Project Title :		LNG Station of Empower Steel Construction Project	
Project Start Date :		1-Apr-21	Completion Date : 22-Oct-21
Project Budget :		12,200,000 Baht	Version : 0
Handover Checklist :			
No.	Details	Answer	Additional Comment
1	Equipment are installed and tested	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
2	Installation/test reports are submitted	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
3	Punch list is corrected	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
4	DOEB permission is approved	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
5	Commissioning reports are submitted	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
6	Final documents are submitted	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
7	Operation and maintenance training are provided	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
8	All contract payments have been paid	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
9	The requirement of the project is fulfilled	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	—
Handover Acknowledge :			
Transferred by :			Date : 26-Oct-21
Received by :			Date : 26-Oct-21

รูปที่ 59 เอกสารส่งมอบงานของโครงการ (Project Handover Checklist)

4.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานวิจัย

การนำกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างที่ปรับปรุงใหม่อ้างอิงจากรูปที่ 27 มาใช้กับโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว ที่ตั้งอยู่ ณ อ.เมือง จ. สมุทรสาคร นั้นสามารถวิเคราะห์ผลการดำเนินงานได้โดยการอธิบายผลการดำเนินโครงการจริงตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการซึ่งสามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 60 และมีสาระสำคัญดังนี้

เมื่อเริ่มดำเนินโครงการผ่านไป 1 เดือน พบว่ากิจกรรมทั้งหมดนั้นเป็นงานออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยระหว่างการดำเนินงาน เจ้าของโครงการได้ติดตามและได้ตรวจพบเอกสารโครงการที่ล่าช้ากว่าแผนผ่านพีเจอร์ Submittal ของโปรแกรม Sitearound ซึ่งโปรแกรมได้มีการแจ้งเตือนเอกสารโครงการที่อยู่ระหว่างรอการแก้ไขและเกินวันครบกำหนด (Due Date) ผ่านทางอีเมล ส่งผลให้เอกสารดังกล่าวซึ่งมีชื่อว่า Equipment Specification (Data Sheet) นั้นล่าช้ากว่าแผนเป็นระยะเวลา 2 วัน เนื่องจากกิจกรรมนี้อยู่บนเส้นทางวิกฤติ ทางเจ้าของโครงการจึงได้ทำการนัดประชุมกับผู้รับเหมาทันทีเพื่อเร่งรัดให้การจัดทำเอกสารโครงการที่เหลืออยู่เป็นไปตามแผน ซึ่งท้ายสุดผู้รับเหมาได้ดำเนินการปรับปรุงโดยให้ช่างเขียนแบบ (Draftsman) ทำงานล่วงเวลาเพื่อให้การจัดทำแบบแล้วเสร็จได้ทันตามแผน

ถัดไปเมื่อดำเนินโครงการต่อจนผ่านไป 5 เดือนจากเริ่มต้น พบว่ากิจกรรมส่วนใหญ่เป็นงานจัดหาอุปกรณ์ของสถานีฯ โดยระหว่างการดำเนินงาน เจ้าของโครงการได้ติดตามสถานะการจัดหาอุปกรณ์ของสถานีฯ กับผู้รับเหมาอย่างสม่ำเสมอด้วยการใช้ฟอร์ม Procurement Plan เนื่องจากจัดหาอุปกรณ์ประเภท Main Equipment นั้นอยู่บนเส้นทางวิกฤติ เจ้าของโครงการจึงมีการแจ้งไปยังผู้รับเหมาเพื่อให้ติดตามความก้าวหน้าของสถานะการผลิตและจัดส่งอุปกรณ์ประเภท Main Equipment จากผู้ผลิต (Supplier) โดยตรงอยู่เสมอเนื่องจากการจัดหาอุปกรณ์เหล่านี้เป็นการสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งมี Lead Time สูง และจะส่งผลกระทบต่อแผนทันทีหากเกิดความล่าช้าท้ายสุดวันที่จัดส่ง (Delivery Date) ของอุปกรณ์ทั้งหมดนั้นเป็นไปตามแผน

ถัดไปเมื่อดำเนินโครงการต่อจนถึงสิ้นสุดโครงการ พบว่ากิจกรรมส่วนใหญ่เป็นงานก่อสร้างและงานปิดโครงการ โดยระหว่างการดำเนินงาน เจ้าโครงการและผู้รับเหมาได้มีการใช้ PMIS เพื่อสนับสนุนการติดตามความก้าวหน้าของโครงการอย่างใกล้ชิด โดยระหว่างงานก่อสร้างพบว่ามีกิจกรรม Pipe Fabrication & Installation ล่าช้ากว่าแผนเป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งสาเหตุเกิดจากกำลังคนงานก่อสร้างน้อยกว่าแผนติดต่อกันเป็นช่วงเวลานึงซึ่งตรวจพบได้จาก Manpower Histogram บนโปรแกรม Sitearound เจ้าของโครงการจึงนัดประชุมกับผู้รับเหมาเพื่อเร่งรัดให้เพิ่มคนงานโดยทันทีเนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวอยู่บนเส้นทางวิกฤติ นอกจากนี้การใช้โปรแกรม Trello ในการติดตามการแก้ไขบัญชีรายการงานเก็บ (Punch list) ส่งผลให้การดำเนินงานรวดเร็วขึ้นกว่าแผน ซึ่งท้ายสุดสามารถส่งมอบงานได้เร็วกว่าแผนเป็นระยะเวลา 3 วัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ รวมถึงนำเสนอปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย และข้อเสนอแนะแนวทางในการบริหารโครงการก่อสร้างอื่นๆ ในอนาคตสำหรับบริษัทการศึกษา

5.1 บทสรุปงานวิจัย

จากการดำเนินการโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวโดยบริษัทการศึกษาที่ผ่านมา ในปี พ.ศ.2563 เป็นจำนวน 4 โครงการ ซึ่งคิดเป็นจำนวนของกิจกรรมของโครงการรวมทั้งหมด 152 กิจกรรม (38 กิจกรรมต่อโครงการ) พบปัญหาโครงการที่ไม่สามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงานจำนวน 1 โครงการ หรือหากคิดเป็นกิจกรรมของโครงการที่สามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จตามแผนในปี พ.ศ. 2563 นั้น จะมีจำนวน 123 กิจกรรม จากทั้งหมด 152 กิจกรรม หรือคิดเป็น 77% ทั้งนี้สำหรับกิจกรรมที่มีความล่าช้าในปี พ.ศ. 2563 นั้น สามารถแสดงชื่อของกิจกรรม สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 สรุปรายละเอียดของกิจกรรมที่มีความล่าช้าในปี พ.ศ. 2563

ชื่อของกิจกรรมที่มีความล่าช้าในปี พ.ศ. 2563	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่
1. Pressure Regulators Procurement	ปัญหาทั้งหมด 21 ข้อจากบทที่ 1	การปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างใหม่ด้วย PMBOK และการติดตามและควบคุมโครงการโดยการประยุกต์ใช้ PMIS
2. LNG Vaporizers Procurement		
3. LNG Tanks Procurement		
4. Pressure Regulating Unit Assembly (at workshop)		
5. Pressure Regulating Unit Installation		
6. LNG Vaporizers Installation		
7. LNG Tanks Installation		
8. Interconnecting Pipe Fabrication & Installation		
9. Non Destructive Testing (NDT)		
10. MDB & Control Panel Assembly (at workshop)		
11. FAT for MDB & Control Panel (at workshop)		

ชื่อของกิจกรรมที่มีความล่าช้าในปี พ.ศ. 2563	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการแก้ไข ปัญหาด้วย กระบวนการใหม่
12. MDB & Control Panel Installation	ปัญหา ทั้งหมด 21 ข้อจากบทที่ 1	การปรับปรุง กระบวนการบริหาร โครงการก่อสร้างใหม่ ด้วย PMBOK และ การติดตามและ ควบคุมโครงการโดย การประยุกต์ใช้ PMIS
13. Lighting Installation		
14. Grounding System Installation		
15. Lightning Protection System Installation		
16. Safety System Installation		
17. Electrical Equipment & Instrument Installation		
18. Instrument Tubing		
19. Conduit Installation		
20. Power & Instrument Cable Wiring		
21. Instrument Loop Testing		
22. Functional Testing		
23. Internal Safety & Quality Audit		
24. Punch List Correction		
25. LNG Cool Down and First Fill		
26. Startup & Commissioning		
27. Final Document Submission		
28. Operation & Maintenance Training		
29. Handover the Project		

นอกจากนี้โครงการที่ไม่สามารถก่อสร้างได้ตามแผนเมื่อคำนวณต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ในการขายเนื้อก๊าซฯ ให้กับลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จะพบว่ามีมูลค่าเท่ากับ 293,400 บาท ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลว โดยที่สามารถจ่ายก๊าซฯ ให้กับลูกค้าโรงงานอุตสาหกรรมได้ตามแผนงานที่กำหนด

ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาดังกล่าวด้วยแผนผังก้างปลา และพบสาเหตุของปัญหาซึ่งแบ่งหมวดหมู่ตามแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ออกเป็นทั้งหมด 5 ด้าน ถัดไปจึงทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโครงการผ่านการใช้

เครื่องมือ FMEA ซึ่งผลลัพธ์คืองานวิจัยนี้เลือกที่จะปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด 21 หัวข้อ เพื่อเพิ่มโอกาสในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารโครงการก่อสร้างให้ได้มากที่สุด

หลังจากการกำหนดแนวทางการปรับปรุงแล้ว ถัดไปจึงปรับปรุงกระบวนการบริหารโครงการก่อสร้างใหม่โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคจากแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK ทั้งหมด 5 ด้านได้แก่ 1. การบริหารการบูรณาการของโครงการ (Project Integration Management), 2. การบริหารแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule Management), 3. การบริหารคุณภาพของโครงการ (Project Quality Management), 4. การบริหารทรัพยากรโครงการ (Project Resource Management) และ 5. การบริหารความเสี่ยงของโครงการ (Project Risk Management) นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารโครงการ (PMIS) ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์การบริหารโครงการซึ่งประกอบไปด้วย 1. โปรแกรม Microsoft Project 2. โปรแกรม Trello และ 3. โปรแกรม Sitearound และระบบ IoT โดยใช้เซ็นเซอร์ที่ประกอบไปด้วย 1. กล้องวงจรปิด (CCTV Camera) และ 2. Bluetooth Beacon ซึ่งได้มีการออกแบบระบบ IoT เพื่อสนับสนุนการติดตามและควบคุมโครงการอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุด

งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวซึ่งตั้งอยู่ที่ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร เพื่อใช้สำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งผลลัพธ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 ช่วงได้แก่ ช่วงการเริ่มต้นโครงการ, ช่วงการเตรียมการ, ช่วงการดำเนินงาน และช่วงการปิดโครงการ เริ่มจากช่วงการเริ่มต้นโครงการ จะมีการจัดทำกฎบัตรโครงการ (Project Charter) เพื่อใช้สื่อสารเกี่ยวกับขอบเขตงานของโครงการเพื่อให้สมาชิกโครงการทั้งหมดรับทราบอย่างเป็นทางการ และจัดประชุม Kick-off โดยมีสมาชิกโครงการซึ่งประกอบไปด้วยฝั่งเจ้าของโครงการและฝั่งผู้รับเหมา เพื่อแนะนำทีมงานและชี้แจงขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ถัดไปคือช่วงการเตรียมการ ซึ่งจะมีการกำหนดกิจกรรม (Define Activities) , จัดทำโครงสร้างการแบ่งงาน (Work Breakdown Structure : WBS), เรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมด้วยวิธีแผนภูมิลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram Method : PDM) ซึ่งแสดงในรูปแบบแผนภูมิโครงข่ายโครงการ (Project Network Diagram) และกำหนดระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมด้วยเทคนิคการประมาณแบบเทียบเคียง (Analogous Estimating) เพื่อท้ายสุดสามารถจัดทำแผนระยะเวลาโครงการ (Project Schedule) ด้วยโปรแกรม Microsoft Project ซึ่งสามารถแสดงเส้นทางวิกฤติ (Critical Path) ของโครงการได้ หลังจากนั้นจัดทำแผนบริหารโครงการ (Project Management Plan) ซึ่งประกอบไปด้วย แผนบริหารความเสี่ยง (Risk Management Plan) เพื่อลดโอกาสในการเกิดความเสียหายต่าง ๆ ลง, Manpower Histogram เพื่อวางแผนอัตรากำลังคนที่จะใช้ในการก่อสร้าง ณ ไซต์งานก่อสร้างให้เพียงพอและสอดคล้องกับระยะเวลาของแผนงานที่กำหนด, แผนบริหารคุณภาพ (Quality Management Plan) ของโครงการเพื่อกำหนดว่ากิจกรรมใดบ้างที่จะต้องควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดของงาน มาตรฐาน หรือคุณลักษณะเฉพาะที่ได้กำหนดไว้,

Master Deliverable Register (MDR) เพื่อใช้ในการติดตามสถานะเอกสารโครงการทั้งหมดจากผู้รับเหมา, Procurement Plan เพื่อใช้ในการติดตามสถานะการสั่งซื้อและวันที่จัดส่งจริงของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างจากผู้รับเหมา เมื่อจัดทำแผนดังกล่าวแล้วเสร็จจึงนำเสนอเข้าที่ประชุมเพื่อขอความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้แผนเหล่านี้เป็นบรรทัดฐาน (Baseline) ในการติดตามและควบคุมงานตลอดทั้งโครงการต่อไป ถัดไปคือช่วงการดำเนินงาน ซึ่งช่วงนี้จะเน้นไปที่การติดตามและควบคุมงานระหว่างสัปดาห์ด้วยการประยุกต์ใช้ PMIS ตามที่กล่าวถึงข้างต้น และมีการจัดการประชุมในรูปแบบออนไลน์รายสัปดาห์เพื่อรายงานความก้าวหน้าของโครงการและหารือถึงประเด็นปัญหาที่พบ ช่วงสุดท้ายคือช่วงการปิดโครงการ ซึ่งภายหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จก็จะตรวจสอบความปลอดภัยและคุณภาพของงานก่อสร้างและติดตามสถานะการแก้ไขโดยใช้โปรแกรม Trello หลังจากนั้นก็จะดำเนินการ Startup and Commissioning นำส่งเอกสารส่งมอบ (Final Document) จัดอบรม Operation & Maintenance (O&M) ณ ไซต์งานก่อสร้าง และจัดทำเอกสารส่งมอบงานของโครงการ (Project Handover Checklist) เพื่อยืนยันความครบถ้วนของงานและส่งมอบโครงการ ซึ่งท้ายที่สุดสามารถดำเนินการได้แล้วเสร็จตามแผน

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการนำเครื่องมือและเทคนิคจากแนวทางการบริหารโครงการด้วย PMBOK และการประยุกต์ใช้ระบบ PMIS สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างสถานีก๊าซธรรมชาติเหลวให้แล้วเสร็จตามแผนงานที่กำหนดได้ โดยในปี พ.ศ. 2564 นั้นทุกโครงการสามารถจ่ายก๊าซฯ ได้ตามแผนงาน ซึ่งมีทั้งหมด 2 โครงการ หรือหากดูจากจำนวนกิจกรรมของโครงการที่สามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จตามแผนในปี พ.ศ. 2564 นั้น จะมีจำนวน 72 กิจกรรม จากทั้งหมด 76 กิจกรรม หรือคิดเป็น 95% ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้านี้ 18%

จากการประยุกต์ใช้ PMIS ด้วยระบบ IoT ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) และระบบ Bluetooth Beacon และซอฟต์แวร์การบริหารโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรม โปรแกรม Microsoft Project, โปรแกรม Trello และโปรแกรม Sitearound นั้นพบว่าสามารถติดตามความก้าวหน้าของโครงการจริงแบบเรียลไทม์ได้, สามารถติดตามทรัพยากรของโครงการซึ่งได้แก่คนงานก่อสร้างและอุปกรณ์หลักของสถานีฯ แบบเรียลไทม์ได้, สามารถรับรู้ถึงความก้าวหน้าของโครงการจริงเมื่อเปรียบเทียบกับแผนงานได้, สามารถควบคุมคุณภาพงานและตรวจรับงานแบบเรียลไทม์ได้ และสามารถติดตามสถานการณ์อนุมัติเอกสารของโครงการแบบเรียลไทม์ได้ ซึ่งส่งผลให้เมื่อพบปัญหาหรือเกิดความล่าช้าที่จุดใด ก็ยังสามารถปรับปรุงแก้ไขให้แล้วเสร็จได้ทันตามกำหนดการ

เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนโครงการติดตั้งระบบ IoT เพื่อใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการ โดยกำหนดเงื่อนไขคือ โครงการมีอายุเท่ากับ 1 ปี และอัตราคิดลดของโครงการเลือกใช้อัตราดอกเบี้ยที่ธนาคารพาณิชย์เรียกเก็บจากลูกค้ารายย่อยชั้นดี (Minimum Retail

Rate: MRR) เท่ากับร้อยละ 10 พบว่าต้นทุน (Cost of Investment) ของโครงการคือระบบ IoT ทั้งหมดซึ่งประกอบไปด้วย CCTV System, Bluetooth Beacon System และ Control Cabinet for IoT System ซึ่งมีมูลค่ารวม 47,700 บาท และผลประโยชน์ของโครงการ (Benefits of the Project) นี้ได้แก่ การลดลงของค่าเบี้ยเลี้ยงของพนักงานบริษัทกรณีศึกษาที่ใช้ในการเดินทางไปยังไซต์งานก่อสร้าง และการลดลงของค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังไซต์งานก่อสร้างด้วยรถยนต์ ซึ่งประหยัดได้รวม 76,800 บาทต่อปี เนื่องจากการบริหารโครงการก่อสร้างตลอดทั้งโครงการนั้น โดยส่วนใหญ่สามารถติดตามและควบคุมโครงการผ่านทางไกลบนระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังไซต์งานก่อสร้าง จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการนี้ด้วยตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งหมด 4 หัวข้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 61

RETURN ANALYSIS OF IoT IMPLEMENTED IN LNG STATION CONSTRUCTION MANAGEMENT			
Details	Year 0	Year 1	Total
1. Cost of Investment	47,700.00	-	47,700.00
- CCTV System	27,600.00	-	27,600.00
- Bluetooth Beacon System	9,200.00	-	9,200.00
- Network Devices	4,400.00	-	4,400.00
- Control Cabinet for IoT System	6,500.00	-	6,500.00
2. Benefits of the Project	-	76,800.00	76,800.00
- Reducing Employment Allowance for Site Inspection	-	43,200.00	43,200.00
- Reducing Travel Expenses for the Vehicle Traveling from the Company to the Site	-	33,600.00	33,600.00
3. Discount Factor	1	0.9091	-
4. Undiscounted Cash Flow (1.) - (2.)	(47,700.00)	76,800.00	29,100.00
5. Present Value of Investment (1.) x (3.)	47,700.00	-	47,700.00
6. Present Value of Benefits of the Project (2.) x (3.)	-	69,818.18	69,818.18
7. Discounted Cash Flow (3.) x (4.)	(47,700.00)	69,818.18	22,118.18
8. Cumulative Discounted Cash Flow	(47,700.00)	22,118.18	
Summary			
	PB	9 Month	
	NPV	22,118.18 Baht	
	IRR	46.37%	
	BCR	1.46	

รูปที่ 61 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการติดตั้งระบบ IoT

จากรูปที่ 61 พบว่าโครงการนี้คุ้มค่าทางการเงินในการลงทุน เนื่องจากเหตุผลซึ่งประกอบไปด้วย ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) มีระยะคืนทุนอยู่ที่ 9 เดือน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าอายุการใช้งานที่ทางบริษัทกรณีศึกษากำหนดไว้ที่ 1 ปี, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 22,118.18 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก, อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่าเท่ากับ 46.37% ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดของโครงการ (MRR) ซึ่งกำหนดไว้อยู่ที่ 10% และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.46 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย

งานวิจัยนี้พบอุปสรรคในเรื่องของการต่อต้านการใช้ระบบ PMIS เพื่อเข้ามาสนับสนุนการติดตามและควบคุมโครงการ เนื่องจากสมาชิกโครงการบางส่วนยังคงคุ้นเคยกับการบริหารโครงการในรูปแบบเดิม และมองว่าการทำงานบนระบบที่ได้ปรับปรุงใหม่นั้นอาจมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่าเดิม อย่างไรก็ตามผู้วิจัยจึงได้อธิบายถึงข้อดีของการใช้ระบบ PMIS เมื่อเปรียบเทียบกับ

แบบเดิม และอบรมการใช้งานระบบ PMIS ก่อนเริ่มดำเนินงาน เพื่อให้สมาชิกโครงการเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงขั้นตอนการทำงาน และมีทัศนคติที่ดีต่อการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับงานเพื่อให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันของบริษัทการศึกษาหรือผู้ที่สนใจได้ สำหรับการบริหารโครงการก่อสร้างที่มีขนาดเล็กกว่านี้ อาจเลือกใช้เครื่องมือหรือเทคนิคเพียงบางส่วนตามความเหมาะสมและจะต้องคุ้มค่ากับการลงทุน สำหรับการบริหารโครงการก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ควรมองถึงเรื่องการนำเทคโนโลยีอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้การบริหารโครงการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเพิ่มความคุ้มค่าในการลงทุน



บรรณานุกรม

- Alwaly, K., & Alawi, N. (2020). Factors Affecting the Application of Project Management Knowledge Guide (PMBOK ® GUIDE) in Construction Projects in Yemen. 9, 81-91.
- Dror, E., Zhao, J., Sacks, R., & Seppänen, O. (2019). *Indoor Tracking of Construction Workers Using BLE: Mobile Beacons and Fixed Gateways vs. Fixed Beacons and Mobile Gateways*. Paper presented at the Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC).
- Heldman, K. (2018). *PMP: Project Management Professional Exam Study Guide*: Wiley.
- Horine, G. M. (2013). *Project Management Absolute Beginner's Guide* (3rd ed.). 800 East 96th Street, Indianapolis, Indiana 46240: Que Publishing.
- IPICA Software LLC. (2021). CCTV Design Software in use: IP Video System Design Tool. Retrieved from <https://www.jvsg.com/cctv-design-software>
- Kaewta, S., & Chutima, P. (2014). Improvement of Project Portfolio Management in an Information Technology Consulting Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 58, 012012.
- Kaur, A. (2018). App Review: Trello. *Journal of Hospital Librarianship*, 18(1), 95-101.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*: Wiley.
- Leung, S.-w., Mak, S., & Lee, B. L. P. (2008). Using a real-time integrated communication system to monitor the progress and quality of construction works. *Automation in Construction*, 17(6), 749-757.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (2011). *Project Management: A Managerial Approach*: Wiley.
- Nutsiri, K., & Chutima, P. (2015). *Improvement of Project Control Management in a Chemical Plant*. Paper presented at the Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Technology and Management Science.
- Project Management Institute. (2016). *Construction Extension to the PMBOK Guide*: Project Management Institute, Incorporated.
- Sharma, A., & Pathak, K. K. (2015). MANPOWER PLANNING, SCHEDULING AND TRACKING

OF A CONSTRUCTION PROJECT USING MICROSOFT PROJECT SOFTWARE.

JOURNAL OF TODAY'S IDEAS - TOMORROW'S TECHNOLOGIES, 3, 161-169.

Singhaputtangkul, N., & Jaroensawad, N. (2021). Why Sitearound Retrieved from
<https://www.swiftynamics.co.th/cm-solutions/>

Taghipour, M., Hoseinpour, Z., Mahboobi, M., Shabrang, M., & Lashkarian, T. (2015).

Construction projects risk management by risk allocation approach using PMBOK standard. 5, 323-329.

Trello Enterprise. (2021). Learn Trello board basics. Retrieved from

<https://trello.com/en/guide/trello-101>

Westland, J. (2007). *The Project Management Life Cycle: A Complete Step-by-step Methodology for Initiating, Planning, Executing & Closing a Project Successfully*: Kogan Page.

นที สิงห์พุทธานุกร และ นิคม เจริญสวัสดิ์. (2562). คู่มือการบริหารงานซ่อมบำรุง 4.0.

วิสูตร จิระคำเกิง. (2558). การบริหารงานก่อสร้าง (2nd ed.). ปทุมธานี: สำนักพิมพ์วรรณกวี.

สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย. (2561). คู่มือแนวทางการบริหารองค์ความรู้ในการบริหารโครงการ (*PMBOK Guide*) (6th ed.). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ บริษัท วัน โอ ไฟว์ ดิจิตอลพริ้นติ้ง จำกัด.

สุเวท สอนเวียง. (2560). การบริหารงานโครงการก่อสร้าง ด้วยแอปพลิเคชัน *Trello*. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สุขจิตร ฉัตรโพธิ์. (2557). การศึกษาการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือในการจัดการโครงการก่อสร้าง. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชานน จุละจาริตต์
วัน เดือน ปี เกิด	13 สิงหาคม 2537
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผลงานตีพิมพ์	C. Churacharit and P. Chutima, “An Integration of Project Management Body of Knowledge and Project Management Information System to Improve On-time Deliverable of Liquefied Natural Gas Station Construction Projects”, Eng. J., vol. 26, no. 1, pp. 55-73, Jan. 2022.

